

---

# **BACHELORARBEIT**

---

Herr  
**Martin Landgraf**

**Mehrwert von lokalen DVB-T2-  
Netzen und deren  
ökonomischer Nutzen**

**Added value of local DVB-T2-  
networks and their economic  
benefits**

Mittweida, 2010

# **BACHELORARBEIT**

---

## **Mehrwert von lokalen DVB-T2- Netzen und deren ökonomischer Nutzen**

Autor:

**Herr**

**Martin Landgraf**

Studiengang:

**Multimediatechnik**

Seminargruppe:

**MK07w2-B**

Erstprüfer:

**Prof. Dr.-Ing. Rainer Zschockelt**

Zweitprüfer:

**Dipl.-Ing. Michael Müller**

Einreichung:

**Mittweida. 15.11.2010**

## **Bibliografische Angaben:**

Landgraf, Martin:

Mehrwert von lokalen DVB-T2-Netzen und deren ökonomischer Nutzen. - 2010 - 68S. Mittweida, Hochschule Mittweida (FH), Fakultät Elektro- und Informationstechnik, Bachelorarbeit, 2010

## **Referat:**

Die vorliegende Bachelorarbeit vergleicht den Übertragungsstandard DVB-T mit dessen Nachfolger DVB-T2. Am Anfang werden die technischen Grundlagen der beiden digitalen terrestrischen Übertragungswege behandelt, um daraus resultierende Unterschiede aufzuzeigen und neue technische Verfahren zu erläutern. Anhand dieser Erkenntnisse wird am Beispiel des lokalen Leipziger DVB-T-Netzes untersucht, welche Vor- und Nachteile sich bei der Umstellung auf DVB-T2 für lokale Netze ergeben. Ziel dieser Arbeit ist es, herauszufinden, ob sich dabei ein Mehrwert für lokale Netzbetreiber und lokale Programmanbieter ergibt und ob dieser wirtschaftlich genutzt werden kann. Am Ende der Arbeit wird untersucht, ob Fernsehen über das Internet, via IPTV, eine Alternative für lokale Fernsehsender hinsichtlich Übertragungskosten und Nutzen ist.

# Inhaltsverzeichnis

Bibliografische Beschreibung	III
Referat	III
Abkürzungsverzeichnis	VII
Abbildungsverzeichnis	VIII
Tabellenverzeichnis	IX
<b>1. Einleitung</b>	<b>10</b>
1.1 Der digitale terrestrische Rundfunk	11
1.1.1 DVB-Projekt allgemein	11
1.1.2 Begriffsklärung DVB-T	12
1.2 Die lokale terrestrische Übertragung von Fernsehen	12
1.3 Allgemeine Vorteile der terrestrischen Übertragung	13
1.4 Allgemeine Nachteile der terrestrischen Übertragung	14
<b>2. Technischer Aspekt</b>	<b>15</b>
2.1 DVB-T	15
2.1.1 Der DVB-T-Standard	15
2.1.2 Grund für die Verwendung eines Mehrträgerverf.	16
2.1.3 Prinzip des Mehrträgerverfahrens COFDM	17
2.1.4 Die Träger der COFDM	18
2.1.5 Modulation	19
2.1.6 Schutzintervall	20
2.1.7 Fehlerkorrektur	21
2.1.8 Signalaufbereitung eines DVB-T-Senders	23

2.1.9 Gleichwellennetze in DVB-T	25
2.2 DVB-T2	28
2.2.1 Der DVB-T2-Standard	29
2.2.2 Der Fehlerschutz von DVB-T2	30
2.2.3 Physical Layer Pipes	31
2.2.4 MISO - Multiantennensystem	31
2.2.5 Rotated Q-delayed Constellations	32
2.2.6 Gleichwellennetze in DVB-T2	33
2.3 Vergleich DVB-T und DVB-T2	33
<b>3. Auswertung</b>	<b>35</b>
3.1 Untersuchung anhand des Leipziger Pilotprojekts	35
3.2 Nutzen der DVB-T2-Technik	36
3.2.1 Programmanbieter	37
3.2.2 Netzbetreiber	37
3.3 Kompatibilität	39
3.4 Quellencodierung	39
3.5 Interaktivität durch HbbTV	40
3.6 Betrachtung der lokalen DVB-T2-Netze	43
3.6.1 Telemediendienste und lokale Spartenkanäle	45
3.6.2 HDTV für Lokalsender	46
3.7 Betrachtung des Geschäftsmodells in Halle	47
3.8 Mögliche auftretende Probleme bei der Umsetzung	48
3.9 Lösungsansätze für lokale Rundfunkanbieter	49
<b>4. IPTV</b>	<b>51</b>

<b>5. Fazit</b>	<b>55</b>
Literaturverzeichnis	58
Anlagen	62
Erklärung zur selbstständigen Anfertigung der Arbeit	68

# Abkürzungsverzeichnis

ARD	Arbeitsgemeinschaft der öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten der Bundesrepublik Deutschland
BLM	Bayrische Landeszentrale für neue Medien
COFDM	Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex
DAB	Digital Audio Broadcasting
DTT	Digital Terrestrial Television
DVB-C	Digital Video Broadcasting - Cable
DVB-S	Digital Video Broadcasting - Satellite
DVB-T	Digital Video Broadcasting - Terrestrial
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
FEC	Forward Error Correction
H.264	H.Standard für Videokompression
HbbTV	Hybrid Broadcast Broadband TV
HDTV	High Definition Television
IPTV	Internet Protocol Television
LTE	Long Term Evolution
MISO	Multiple Input Single Output
MPEG	Moving Picture Experts Group
PLP	Physical Layer Pipes
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying
SDTV	Standard Definition Television
SFN	Single Frequency Network
UKW	Ultrakurzwelle

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Signalaufbereitung eines DVB-T-Senders	23
Abbildung 2: DVB-T-Netzwerk in Leipzig	27
Abbildung 3: Die fünf Low Power Sender in Leipzig	38
Abbildung 4: Technische Parameter des lokalen Multiplex in Halle	47
Abbildung 5: Verteilung der Übertragungswege in digitalen TV-Haushalten	52



# **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Vergleich von existierenden DVB-T-Parametern mit möglichen DVB-T2-Parametern in Leipzig	35
---	----

# 1. Einleitung

„Alle Möglichkeiten der Digitalisierung nutzen und den Markt entscheiden lassen.“<sup>1</sup> Für lokale Rundfunkanbieter ist diese Aussage kaum durchführbar. In Deutschland gibt es unzählige Lokalprogramme, von denen sich ein Großteil, etwa 180 Programme, in den ostdeutschen Bundesländern befindet. Nahezu alle lokalen Rundfunkanbieter verbreiten ihr Programm über Kabel.<sup>2</sup> Eine Verbreitung des Inhalts über Satellit oder IPTV ist für die meisten lokalen Anbieter wegen den Zuführungskosten und der nationalen Ausstrahlung finanziell nicht durchführbar.<sup>3</sup> Vor etwa zwei Jahren war auch DVB-T keine geeignete Alternative zum lokalen Kabelnetz. Erst durch ein lokales DVB-T-Pilotprojekt wurde die digitale terrestrische Übertragung für lokale Rundfunkanbieter attraktiver gemacht.

Ein solches Pilotprojekt wurde erstmals 2008 in Leipzig durch den in Oberlungwitz ansässigen Netzbetreiber MUGLER AG in Betrieb genommen. Nach etwa zwei Testjahren ging im Mai 2010 das lokale Netz in Leipzig in den Regelbetrieb. Nach diesem Prinzip ist es möglich, in Deutschland weitere lokale DVB-T-Netze zu errichten und somit eine Plattform für lokale Programmanbieter zu schaffen.<sup>4</sup>

Die einzelnen Landesmedienanstalten haben dabei die Aufgabe, die lokalen Rundfunkanbieter bei der Umstellung auf die Digitalisierung zu

---

<sup>1</sup> Martin Deitenbeck, 2008, 25

<sup>2</sup> Michael Altrogge, Wolfgang Donsbach, Eva Schabedoth, 2004, 20

<sup>3</sup> Klaus Goldhammer, André Wiegand, Michael Schmid, 2010, 136

<sup>4</sup> Peter Dehn, „Lo(kal)power-Fünfeck für den Privatkfunk“, <http://www.dehnmedia.de/page=dvbt&subpage=lokalpower>, aufgerufen am 17.07.2010

unterstützen. Ein weiteres lokales DVB-T-Netz wurde in Halle umgesetzt und zusätzlich sind noch viele andere Projekte geplant.<sup>5</sup>

Mittlerweile gibt es auch schon Gespräche über den Nachfolger „DVB-T2“. Es ist daher notwendig, einen Vergleich zwischen beiden Übertragungsstandards durchzuführen und Vor- und Nachteile aufzuzeigen.

Dabei geht es nicht darum, dass lokale Rundfunkanbieter bis zur Einführung des DVB-T2-Standards mit der Digitalisierung warten sollen, da eine Umstellung zur zweiten Generation noch mindestens vier Jahre in Deutschland dauern wird<sup>6</sup>. Außerdem kann nur eine regionale Umrüstung durchgeführt werden, wenn DVB-T2 in Deutschland bereits eingeführt ist. Im Rahmen der vorliegenden Bachelorarbeit soll ermittelt werden, ob für Netzbetreiber und lokale Programmanbieter der Umstieg auf DVB-T2 einen ökonomischen Mehrwert darstellt und welche neuen Möglichkeiten sich dadurch ergeben können. Des Weiteren soll untersucht werden, ob der neue Rundfunkübertragungsweg IPTV eine geeignete Alternative für lokale Rundfunkanbieter ist.

## **1.1 Der digitale terrestrische Rundfunk**

### **1.1.1 DVB-Projekt allgemein**

Die Abkürzung DVB steht für Digital Video Broadcasting. Das DVB-Projekt besteht aus führenden Industriekonsortien mit etwa 250 Sendern, Softwareentwicklern, Netzbetreibern und Vorschriftsgremien aus über 35

---

<sup>5</sup> Klaus Goldhammer, André Wiegand, Michael Schmid, 2010, 60-61

<sup>6</sup> <http://www.satundkabel.de>, 2010, aufgerufen am 13.10.2010

Nationen. Sie haben es sich zur Aufgabe gemacht, Interoperabilitätsnormen für die globale Übertragung von digitalen Mediendiensten zu entwickeln. Es gibt verschiedene Standards für die Übertragung digitaler Mediendienste. In dieser Arbeit werden die terrestrischen Übertragungsstandards behandelt.<sup>7</sup>

### **1.1.2 Begriffsklärung DVB-T**

DVB-T ist ein terrestrischer Standard, der im Rahmen des DVB-Projektes entwickelt und vom European Telecommunications Standards Institute (ETSI) festgeschrieben wurde. Dieser terrestrische Standard beschreibt die Übertragung von digitalen Fernsehprogrammen. Es wurde die Bild-einstellungsstruktur, die Kanalkodierung und die Modulation für das Übertragen von digitalem terrestrischem Rundfunk fixiert. Die erste Version des Standards wurde bereits im März 1997 verabschiedet. Seitdem wurde es in den letzten 13 Jahren zum am meisten angenommenen digital terrestrial television (DTT) System weltweit.<sup>8</sup>

## **1.2. Die lokale terrestrische Übertragung von Fernsehen**

„Für viele Menschen ist es wichtig, den Blick für Dinge, die vor der eigenen Haustür geschehen, nicht zu verlieren.“<sup>9</sup> Lokale Medien sind fest verankert in der deutschen Medienlandschaft. In vielen Gebieten gilt das Lokalfernsehen als

---

<sup>7</sup> DVB Project Office, „Introduction to the DVB Project“, 2010

<sup>8</sup> DVB Project Office, „Digital Terrestrial Television“, 2009

<sup>9</sup> Michael Altrogge/Wolfgang Donsbach/Eva Schabedoth, 2004, 19

zweite Bezugsquelle für regionale Nachrichten, gleich hinter der Lokalzeitung und vor den lokalen Hörfunkangeboten.

Diese Lokalfernsehsender verbreiten ihr Programm vorwiegend über lokale Kabelnetze.<sup>10</sup> Digitales terrestrisches Fernsehen war für die regionalen privaten Programmveranstalter kaum attraktiv. Die hohen Verbreitungskosten der herkömmlichen DVB-T-Netze standen in keinem Verhältnis zu den von lokalen Programmanbietern erreichten Zuschauern. Seit Anfang 2008 veränderte ein DVB-T-Pilotprojekt in Leipzig diese Sichtweise. Die Sächsische Landesmedienanstalt realisierte zusammen mit dem in Oberlungwitz ansässigen Netzbetreiber MUGLER AG ein lokales DVB-T-Netz. Dieses Netz besteht aus fünf Low Power Sendern und versorgt das komplette Stadtgebiet. Dadurch werden die Übertragungskosten für lokale Programmanbieter niedrig gehalten und es werden damit alle potentiellen Zuschauer erreicht. Ergänzend ergeben sich durch dieses digitale terrestrische Netz neue Möglichkeiten für die lokalen Anbieter, denn es können nun auch mobile und portable Empfangsgeräte erreicht werden.<sup>11</sup>

### **1.3 Allgemeine Vorteile der terrestrischen Übertragung**

Im Vergleich mit anderen Bezugsquellen für digitales Fernsehen hat die terrestrische Übertragung einen großen Vorteil, sie ist die einzige legale Möglichkeit Rundfunk unverschlüsselt, anonym und ohne Zusatzkosten zu beziehen. Es entstehen lediglich einmalige Kosten für die Anschaffung der für den Empfang benötigten Geräte. Das terrestrische Fernsehen stellt eine Art von

---

<sup>10</sup> Michael Altrogge/Wolfgang Donsbach/Eva Schabedoth, 2004, 20

<sup>11</sup> Stefan Förster, 2008, 26

Grundversorger für die Bevölkerung mit öffentlich-rechtlichen Rundfunkprogrammen dar. Ein weiterer Vorteil des terrestrischen Übertragungsweges ist die Mobilität. Kein anderer Übertragungsstandard für Rundfunk kann eine Versorgung für mobile und portable Endgeräte gewährleisten. Somit ist die Rundfunkverbreitung über den terrestrischen Übertragungsweg einer der flexibelsten Wege. Auch wenn DVB-T noch eine relativ untergeordnete Rolle im Konkurrenzkampf der drei wichtigsten Übertragungsstandards spielt, so können sich durch den Vorteil des portablen und mobilen Empfangs zusätzliche Möglichkeiten für Programmanbieter ergeben, um neue Zielgruppen zu erreichen. Das heißt, dass mit speziellen Zusatzdiensten und neu zusammengesetzten Programminhalten besonders die Inhalte für Zweit- und Drittgeräte interessanter für Nutzer werden können.<sup>12</sup>

#### **1.4 Allgemeine Nachteile der terrestrischen Übertragung**

Gegenüber der Satelliten- und Kabelverbreitung hat DVB-T nicht die Möglichkeiten, eine vergleichbare Programmanzahl zu übertragen. Am Beispiel der ARD wird deutlich, dass die terrestrische Verbreitung nur die Hälfte der ARD-Programme verbreiten kann. Ein vollständiges Bouquet ARD-Digital umfasst 16 Sender, über DVB-T können aber nur 8 dieser Sender in den jeweiligen Sendegebieten verbreitet werden.<sup>13</sup>

---

<sup>12</sup> Arbeitsgemeinschaft der öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten der Bundesrepublik Deutschland (ARD), „Digitale Verbreitung von Rundfunk“, 2002

<sup>13</sup> Arbeitsgemeinschaft der öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten der Bundesrepublik Deutschland (ARD), „Digitale Verbreitung von Rundfunk“, 2002

## 2. Technischer Aspekt

### 2.1 DVB-T

#### 2.1.1 Der DVB-T-Standard

Im DVB-T-Standard ist festgelegt, dass ein DVB-T-Kanal 6, 7 oder 8 MHz breit sein kann. Bei dem Übertragungsverfahren von DVB-T wird zwischen zwei Betriebsarten, dem 2K oder 8K Modus gewählt. Beide Arten geben die Anzahl der Träger an. Diese Betriebsarten werden entsprechend den Bedürfnissen der Übertragung ausgewählt. Sie stehen für eine 2048-Punkte (2K) oder eine 8192-Punkte Inverse Fast Fourier Transformation (IFFT). Damit könnte theoretisch angenommen werden, dass im 2K-Modus insgesamt 2048 Träger und im 8K-Modus 8192 Träger für die Datenübertragung verwendet werden. Doch nicht alle diese Träger werden als Nutzträger (Payload) verwendet.

Im 2K-Modus sind es 1512 Nutzlastträger und im 8K-Modus genau vier mal mehr, somit 6048 Nutzlastträger. Je größer die Anzahl der Unterträger ist, um so länger wird die Symboldauer. Die Symbole haben entweder eine Länge von etwa 250  $\mu\text{s}$  (2K-Modus) oder etwa 1ms (8K-Modus). Da es im 8K-Modus exakt vier mal mehr Unterträger gibt, ist der Unterträgerabstand, mit 1 kHz, entsprechend vier mal kleiner als der Abstand im 2K-Modus mit 4 kHz. Dadurch ist der 8K-Modus weniger störanfällig gegenüber längeren Echolaufzeiten. Der 2K-Modus hingegen ist weniger störanfällig gegen sogenannte Verschmierungen im Frequenzbereich, die von Mehrfachechos hervorgerufen werden. Dadurch ist der 2K-Modus besser für den mobilen Empfang geeignet.<sup>14</sup>

---

<sup>14</sup> Walter Fischer, 2006, 328

Das Schutzintervall lässt sich im Bereich von  $1/4$  bis  $1/32$  der Symbollänge einstellen und kann so an die Übertragungsbedürfnisse angepasst werden. Der Fehlerschutz (Forward Error Correction, FEC) kann, wie beim Satellitenstandard DVB-S, fünf verschiedene Coderaten annehmen. Diese Fehlerschutzrate setzt sich aus den Nutzdatenbits, also der eigentlichen Nutzinformation und der Anzahl von Nutzdatenbits + Fehlerschutzbits zusammen. Die DVB-T-Übertragung lässt sich durch FEC-Coderaten  $1/2$ ,  $2/3$ ,  $3/4$ ,  $5/6$ ,  $7/8$  besser an die Robustheit oder an die Nettodatenrate anpassen. Es stehen auch drei Modulationsarten zur Wahl, die ebenfalls anhand der Übertragungsbedürfnisse eingestellt werden können. Im DVB-T-Standard ist auch die hierarchische Modulation vorgesehen, dabei sollen in einem DVB-T-Kanal die gleichen TV-Programme in unterschiedlicher Datenrate übertragen werden. Ein Datenstrom wird in einer minderen Qualität mit einem besseren Fehlerschutz übertragen und der andere Datenstrom mit höherwertiger Modulation und niedrigem Fehlerschutz, somit in besserer Qualität übertragen.<sup>15</sup>

### **2.1.2 Grund für die Verwendung eines Mehrträgerverfahrens**

Mit der Einführung von terrestrischem Fernsehen mit einer üblicherweise bis zu 8 MHz Kanalbandbreite werden zuverlässige Übertragungsverfahren gefordert. Damit sollte es ermöglicht werden, einen portablen Empfang zu gewährleisten. Die Richtempfangsantenne wurde durch eine kurze Stabantenne ersetzt. Damit geht jedoch die Richtwirkung und das Unterdrücken von Mehrwegeempfang verloren, die zu erheblichen Störungen in einzelnen Trägerbereichen führen

---

<sup>15</sup> Walter Fischer, 2006, 328



können. Um genau diese Störungen so minimal wie möglich zu halten, wird der Gesamtdatenstrom auf die Unterträger einer Mehrträgermodulation verteilt.<sup>16</sup>

Die Störungen betreffen dadurch nur einzelne Träger und mit Hilfe von Fehlerkorrektur kann am Ende wieder ein nahezu fehlerfreier Datenstrom rekonstruiert werden. Würde man die Informationen nur über einen Träger auf einer bestimmten Frequenz übertragen, so kann es unter Umständen durch Echos zu Auslöschungen des Signals kommen.<sup>17</sup> Um das zu verhindern, gibt es sogenannte Schutzintervalle, auf die im Abschnitt 2.1.6 näher eingegangen wird.

Die erdgebundenen Übertragungswege sind noch weiteren Einflüssen ausgesetzt. Unter anderem beeinträchtigt additives weißes gaußsches Rauschen (Additive White Gaussian Noise, AWGN) die Übertragung.

Um genau diese Einflüsse zu unterdrücken, müssen Maßnahmen dagegen ergriffen werden. Bei digitalem, terrestrischen Rundfunk wird dabei die Mehrträgermodulation Coded Orthogonal Frequency Devision Mutiplex (COFDM) verwendet.<sup>18</sup>

### **2.1.3 Prinzip des Mehrträgerverfahrens COFDM**

Wie in fast allen modernen terrestrischen Übertragungssystemen wird auch in DVB-T die bereits erwähnte Mehrträgermodulation nach dem Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex Verfahren verwendet. Dieses Übertragungsverfahren nutzt eine große Anzahl, oftmals mehrere Tausend an

---

<sup>16</sup> Rudolf Mäusl, 2002

<sup>17</sup> Walter Fischer, 2006, 306

<sup>18</sup> Walter Fischer, 2006, 306

sogenannten Unterträgern, die sich alle gegenseitig nicht stören (orthogonal). Die einzelnen Unterträger sind vektormoduliert mit den drei im DVB-T Standard festgelegten Modulationen (QPSK, 16QAM oder 64QAM). Der Gesamt-datenstrom  $r_{Bit}$  wird mit einem Fehlerschutz versehen und auf alle  $n$  Unterträger verteilt.<sup>19</sup> Damit überträgt jeder Unterträger einen Datenstrom von  $r_{Bit} / n$ . Die oben genannten Signaleinbrüche betreffen jetzt nur noch spezielle Unterträger. Aus den wenig und nicht gestörten Unterträgern kann man nun ausreichend fehlerfreie Informationen auf der Empfängerseite zurückgewinnen.

Mit zusätzlich vorgenommenen Fehlerschutzmaßnahmen kann nun ein fehlerfreier Ausgangsdatenstrom abgeleitet werden. Durch die vielen Unterträger verringert sich auch die Symbolrate um den Faktor der Anzahl der Einzelträger. Durch eine längere Symboldauer und die sogenannten Schutzintervalle, welche als Pausenzeiten zwischen die Symbole eingefügt werden, fallen Echos von vorangegangenen Signalen in das Schutzintervall und stören somit nicht mehr<sup>20</sup>. Dadurch wird die gegenseitige Beeinflussung unabhängiger Signalkanäle reduziert und es wird ein robustes Signal übertragen, welches die Eigenschaft hat, mit schweren Kanalbedingungen fertig zu werden.<sup>21</sup>

#### **2.1.4 Die Träger der COFDM**

Wie bereits im Punkt „Der DVB-T-Standard“ erwähnt, gibt es zwei Betriebsarten bei DVB-T. Es wird unterschieden zwischen 2048- oder 8192-Punkte-IFFT.

---

<sup>19</sup> Walter Fischer, 2006, 309

<sup>20</sup> Walter Fischer, 2006, 307

<sup>21</sup> Rudolf Mäusl, 2002

Dabei stehen aber nicht alle Träger für die Datenübertragung zur Verfügung. Im 2K-Modus gibt es 1512 Nutzlastträger und im 8K-Modus sind es genau viermal mehr, also 6048. Die Symbolrate ist im 2K-Modus genau um den Faktor vier höher als im 8K-Modus. Bei gleichen Übertragungsbedingungen ergibt sich dadurch die gleiche Datenrate für beide Betriebsarten.

Neben den Nutzlastträgern, die für die Datenübertragung dienen, gibt es noch weitere COFDM-Trägerarten. Nullträger befinden sich am oberen und unteren Kanalrand. Sie übertragen gar keine Informationen und sind, wie der Name schon sagt, auf Null gesetzt. Sie dienen der Vermeidung von Nachbar-kanalübersprechen. Die Pilotträger mit einer festen Position liegen auf der reellen Achse mit einer festen Amplitudenposition. Verwendet werden sie zur Anbindung der Empfangsfrequenz an die Sendefrequenz, der sogenannten Automatic Frequency Control. Die Pilotträger mit wechselnder Position dienen als Messsignal zur Kanalschätzung und Kanalkorrektur. Sie springen von Symbol zu Symbol. Die Transmission Parameter Signaling-Träger, kurz TPS-Träger sind spezielle Datenträger mit Zusatzinformationen.

Sie dienen als schneller Informationskanal, der den Empfänger vom Sender über Übertragungsparameteränderungen informiert.<sup>22</sup>

### **2.1.5 Modulation**

Bei der digitalen Übertragung von Datenströmen stehen im DVB-T-Standard drei Modulationsarten (QPSK, 16-QAM und 64-QAM) zur Auswahl. Sie werden in Abhängigkeit von den Empfangsbedingungen eingestellt. Die im vorhergehenden Abschnitt genannten Nutzlastträger werden mit den Nutzdaten

---

<sup>22</sup> Walter Fischer, 2006, 329-334

moduliert.<sup>23</sup> Je nach Modulationsart können dabei mindestens zwei Bits pro Symbol übertragen werden, wodurch sich die spektrale Effizienz verdoppelt. Die spektrale Effizienz gibt an, wie viele Bits pro Sekunde pro benötigter Bandbreite übertragen werden können.<sup>24</sup> Bei QPSK sind es die erwähnten 2 Bits pro Symbol, bei 16-QAM sind es 4 Bits, 6 Bits können bei 64-QAM gleichzeitig übertragen werden. Die Zahlen vor den jeweiligen Modulationsarten geben die möglichen Konstellationen an. Die Bits pro Symbol werden in Realteil und Imaginärteil aufgeteilt, dadurch entstehen die jeweiligen Konstellationen.<sup>25</sup>

### **2.1.6 Schutzintervall**

Echos können in terrestrischen Übertragungskanälen zu Störungen führen, um das zu verhindern, müssen verschiedene Maßnahmen ergriffen werden. Mit dem Einfügen von Schutzintervallen können solche Störungen verhindert werden. Das Schutzintervall wird abhängig von der Echolaufzeit des Übertragungssystems gewählt. Es muss länger sein, als die längste Echolaufzeit des Systems, damit die von Echos hervorgerufenen Einschwingvorgänge noch im Schutzintervall ablaufen.<sup>26</sup> Im DVB-T-Standard ist festgelegt, dass das Schutzintervall die Werte  $1/4$ ,  $1/8$ ,  $1/16$  oder  $1/32$  der Symbollänge annehmen kann. Die Symbollänge ergibt sich aus dem Betriebsmodus 2K oder dem 8K-Modus.<sup>27</sup>

---

<sup>23</sup> Ulrich Reimers, 2008, 301-302

<sup>24</sup> Ulrich Reimers, 2008, 195

<sup>25</sup> Ulrich Reimers, 2008, 302

<sup>26</sup> Walter Fischer, 2006, 318

<sup>27</sup> Walter Fischer, 2006, 328

Wählt man ein langes Schutzintervall, so werden auch relativ spät empfangene Signale noch genutzt. Dadurch verringert sich allerdings die Nutzdatenrate.<sup>28</sup>

### **2.1.7 Fehlerkorrektur**

Durch eine MPEG-Quellencodierung, die nicht im DVB-T-Standard aufgeführt ist, werden dem digitalen Signal Redundanz- und Irrelevanzinformationen entzogen. Dadurch wird dieses Signal bei der Übertragung anfälliger gegenüber Störungen. Dabei kann es vorkommen, dass Informationen durch einen Bitfehler verfälscht werden. Um solche Fehler bei der Übertragung des digitalen Signals zu vermeiden, muss eine Fehlerkorrektur vorgenommen werden. Die sogenannte Vorwärtsfehlerkorrektur (Forward Error Correction [FEC]) erzielt eine empfängerseitige Korrektur der bei der Übertragung aufgetretenen Fehler.<sup>29</sup>

Bei einer Übertragung mit Fehlerschutz wird dem digitalen Signal nach der Quellencodierung senderseitig im Kanalcoder wieder Redundanz hinzugefügt. Diese Redundanz hilft dem empfängerseitigen Kanaldecoder Fehler aufzuspüren und zu korrigieren. Außerdem wird die zu übertragende Datenmenge durch die Redundanzergänzung vergrößert, was bei der Wahl der Modulationsart berücksichtigt werden muss, da sonst die höchstmögliche Datenrate überschritten wird.<sup>30</sup>

---

<sup>28</sup> Digitaler Rundfunk Mitteldeutschland, „Technik-Handbuch zum digitalen Antennenfernsehen in Mitteldeutschland“, 2010, 10

<sup>29</sup> Ulrich Reimers, 2008, 137

<sup>30</sup> Ulrich Reimers, 2008, 138

Bei der Übertragung digitaler Signale verfälschen Fehler einzelne oder mehrere Bits. Dabei wird unterschieden in Bitfehler (Einzelfehler), Burstfehler und Symbolfehler. Bei einem Burstfehler sind die Bits eines Blockes der Länge  $n$  verfälscht, dabei muss aber nicht jedes Bit falsch sein, doch mindestens das erste und das letzte Bit eines Blockes. Bei einem Symbolfehler können je nach Symbollänge  $n$ , zum Beispiel  $n$  Bitfehler in willkürlicher Konstellation vorkommen.<sup>31</sup>

Bei der digitalen terrestrischen Übertragung von Fernsehen wird ein Reed-Solomon Code mit einem Faltungscodex verkettet.<sup>32</sup> Die im Standard aufgeführten Coderaten ( $1/2$ ,  $2/3$ ,  $3/4$ ,  $5/6$  und  $7/8$ ) ergeben sich aus dem Verhältnis zwischen dem Nutzsignal und dem Gesamtsignal. Das Gesamtsignal setzt sich aus dem Nutzsignal und der Anzahl an hinzugefügten Fehlerschutzbits zusammen. Je näher die Coderate der Eins kommt, um so schwächer ist der Fehlerschutz. Das heißt die Coderate  $1/2$  hat von den im Standard festgelegten Werten den stärksten Fehlerschutz.<sup>33</sup>

---

<sup>31</sup> Ulrich Reimers, 2008, 138-139

<sup>32</sup> Ulrich Reimers, 2008, 174

<sup>33</sup> Digitaler Rundfunk Mitteldeutschland, „Technik-Handbuch zum digitalen Antennenfernsehen in Mitteldeutschland“, 2010, 10

## 2.1.8 Signalaufbereitung eines DVB-T Senders

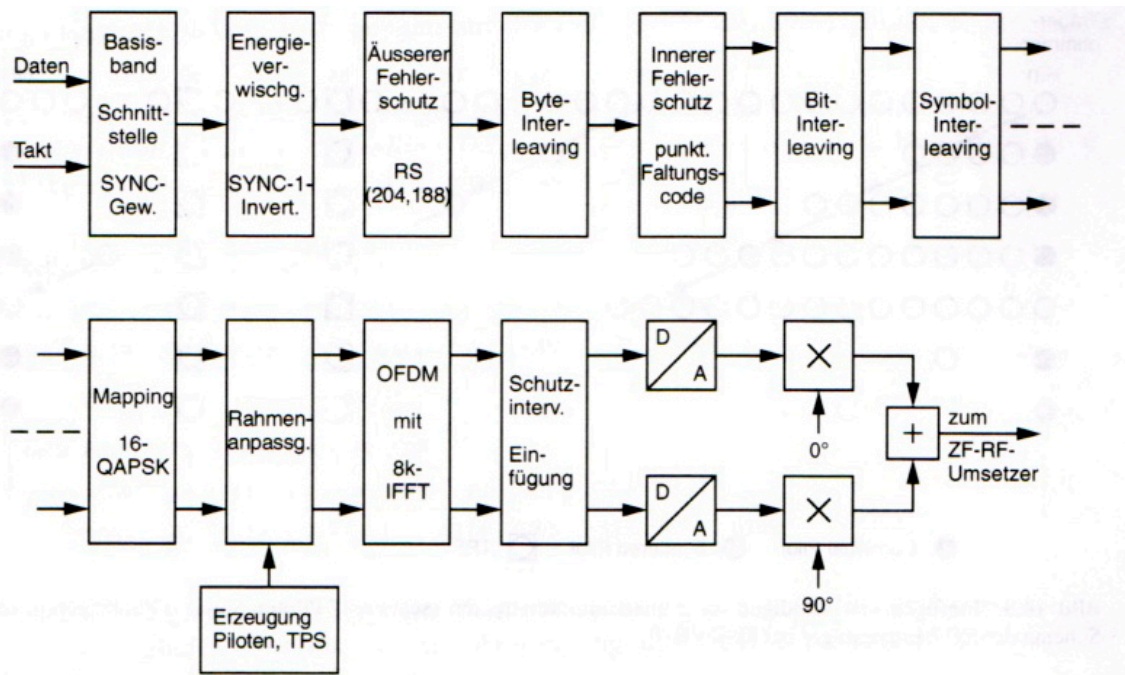


Abb.1: Signalaufbereitung eines DVB-T-Senders<sup>34</sup>

Ein MPEG-Transportstrom besteht aus einzelnen Paketen, die konstant 188 Byte lang sind. Davon sind vier Byte der Header und die restlichen 184 Byte Nutzdaten. Der Header beginnt immer mit einem Sync-Byte. In der Basisband-Schnittstelle wird anhand der Sync-Byte-Struktur synchronisiert. Diese Synchronisation erfolgt etwa nach dem fünften Paket. In der Energieverwischungseinheit wird jedes achte Sync-Byte invertiert. Damit werden in das Datensignal weitere Zeitmarken eingefügt. Diese Zeitmarken sind für die weitere Verarbeitung des Signals im Empfänger notwendig. Um längere Eins-

<sup>34</sup> Mäusl, Rudolf, 2008, 145

oder Null-Sequenzen zu vermeiden, wird der Datenstrom, ohne die invertierten Sync-Bytes, mit „Pseudo-Zufallssequenzen“<sup>35</sup> gemischt, damit werden die Eins- und Null-Sequenzen aufgebrochen. Auf der Empfängerseite wird der energieverwischte Datenstrom nochmals mit der gleichen Zufallssequenz vermischt. Damit hebt sich der Energieverwischungsprozess auf. Als nächstes wird der 188 Byte große Datenstrom mit dem äußeren Fehlerschutz versehen. Durch den Reed-Solomon-Code werden den 188 Byte weitere 16 Byte Fehlerschutz hinzugefügt. Damit sind die Pakete nun 204 Byte lang. Auf der Empfängerseite können durch den Fehlerschutz insgesamt acht Fehler korrigiert werden. Treten mehr als acht Fehler auf, versagt der Fehlerschutz. Da Fehler oftmals im Bündel auftreten können, müssen weitere Maßnahmen zur Verbesserung getroffen werden. Deshalb werden im Bit-Interleaver die Transportpakete verschachtelt. Daraufhin wird der innere Fehlerschutz vorgenommen. Dabei wird der Eingangsdatenstrom in drei Datenströme aufgeteilt. Am Ausgang des Faltungscoders kommen zwei Datenströme mit der gleichen Datenrate wie die des Eingangssignals heraus. Die Gesamtdatenrate wurde im Vergleich zum Eingangssignal verdoppelt.<sup>36</sup> Aus 10 Mbit/s wurden 20 Mbit/s, beide Datenströme tragen zusammen einen maximalen Fehlerschutz. Je nach gewählter Coderate sind verschiedene Möglichkeiten der Punktierung möglich, um den Fehlerschutz zu steuern. Bei einer Coderate von  $1/2$  findet keine Punktierung (Herausstreichung) statt, also liegt der Fehlerschutz nach wie vor bei seinem Maximum. Bei einer Coderate von  $7/8$  liegt ein minimaler Fehlerschutz vor. Auf der Empfängerseite werden die punktierten Bits mit Bits aufgefüllt, die keinen Inhalt besitzen. Diese Bits werden ähnlich wie Fehler

---

<sup>35</sup> Walter Fischer, 2006, 239

<sup>36</sup> Ulrich Reimers, 2008, 237-238



angesehen und somit rekonstruiert. Nach der Punktierung werden die beiden Datenströme wieder zu einem gemeinsamen Datenstrom zusammengefügt.<sup>37</sup> Die im Bit-Interleaver gebildeten Blöcke werden im Symbol-Interleaver noch einmal blockweise gemischt und der Datenstrom wird dann auf die einzelnen Träger verteilt. Anschließend werden im Mapper die Nutzlastträger in Realteil und Imaginärteil aufgeteilt. Dadurch entstehen zwei Tabellen. In diesen Tabellen befinden sich Lücken, die mit TPS- und Pilotträger aufgefüllt werden. Die Tabellen haben jetzt, je nach Betriebsmodi, 2048 oder 8192 Werte und werden dann in den IFFT-Block geführt. Danach liegt das COFDM-Signal getrennt nach Imaginär- und Realteil im Zeitbereich vor. Die einzelnen Werte im Zeitbereich werden zwischengespeichert. Dabei wird abwechselnd in einen Speicher geschrieben, während aus einem anderen ausgelesen wird. Während des Auslesens wird zuerst das Ende des Speichers ausgelesen. Dadurch entsteht ein Schutzintervall. Anschließend wird das Signal noch digital gefiltert. In den meisten Fällen erfolgt nun eine Trennung des Signals in der IQ-Ebene und eine digital-analog Umwandlung jeweils für I und Q, damit diese in einen analogen IQ-Modulator zugeführt werden können, der die Signale in die RF-Lage mischt.<sup>38</sup>

### **2.1.9 Gleichwellennetze in DVB-T**

Die digitale, terrestrische Übertragung ist durch das COFDM Verfahren sehr gut für einen Gleichwellenbetrieb geeignet. Dabei strahlen alle Sender untereinander zeitlich synchron auf der gleichen Frequenz mit einem gleichem

---

<sup>37</sup> Walter Fischer, 2006, 245-246

<sup>38</sup> Walter Fischer, 2006, 349-350

Übertragungsverfahren einen exakt identischen Inhalt aus. Dadurch gibt es keinen direkten eindeutigen Signalpfad mehr. Das Gesamtsignal entsteht aus mehreren Empfangssignalen. Im Empfangsband wirken diese Gleichwellennetze wie ein Echo. Bei bestimmten Frequenzen können deshalb Interferenzen und Signaleinbrüche auftreten. Diese Interferenzen können nur vermieden werden, wenn bei Mehrwegeempfang der maximale Senderabstand eingehalten wird. Dieser ergibt sich aus der Länge des Schutzintervalls und der Lichtgeschwindigkeit. Die daraus entstehende Laufzeit eines Pfades darf nicht länger sein als die Schutzintervall-Länge.<sup>39</sup>

Das Leipziger DVB-T-Pilotprojekt wurde mit fünf Low Power Sendern durch die Firma MUGLER AG errichtet. Es wurde erstmals auf die Errichtung von einem hohen Antennenstandort verzichtet. Dafür wurden die Sender auf vorhandene Gebäude der Stadt platziert. Durch die geringe Reichweite der Sender wurde die Versorgung auf das Stadtgebiet begrenzt, wodurch zusätzliche Kosten der lokalen Sender für die Programmverbreitung außerhalb von Leipzig entfallen. Es wurden sogenannte Drehfeld-Sendeantennen verwendet, die den mobilen Empfang in der Straßenbahn oder im Auto verbessern.<sup>40</sup>

---

<sup>39</sup> Walter Fischer, 2006, 364-366

<sup>40</sup> Stefan Förster, 2008, 26

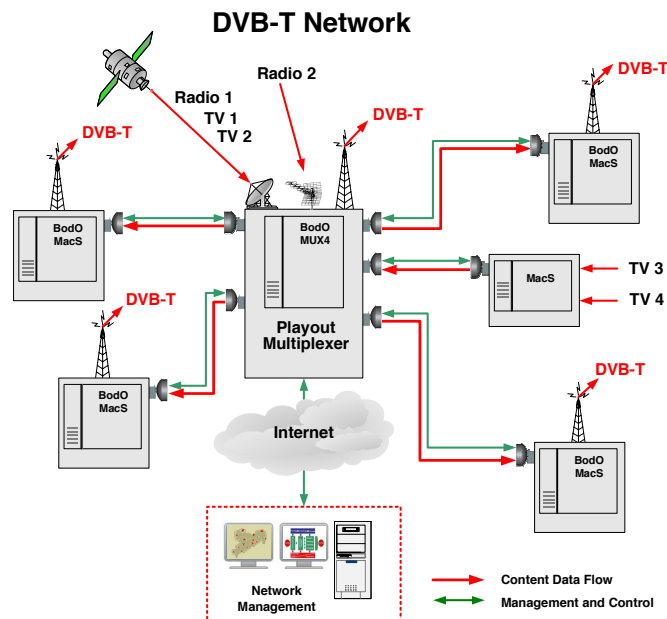


Abb.2: DVB-T-Netzwerk in Leipzig<sup>41</sup>

Der lokale Multiplex in Leipzig (Abb.2) beinhaltet zwei lokale Fernsehsender, die ihr Programm mittels Richtfunk zum Multiplexer senden, einen lokalen Radiosender, dessen Inhalt mit Hilfe einer UKW-Antenne zum Multiplexer geführt wird. Weiterhin sind in diesem Netz noch zwei überregionale Fernseh- und ein Radiosender vorhanden, deren Inhalt über Satellit in den Multiplexer hinzugefügt wird. Im Multiplexer wird aus diesen sechs Programmanbietern ein Bouquet, welches Endnutzer in Leipzig und Umgebung empfangen können.

<sup>41</sup> Mugler AG

## 2.2 DVB-T 2

Nachdem im Rahmen des DVB-Projekts die Entwicklung der zweite Generation des Standards für die Satellitübertragung abgeschlossen wurde, waren die Übertragungstechnologien des DVB-T-Standards nicht mehr zeitgemäß. Zwar war es möglich über die DVB-Systeme der ersten Generation hochauflösendes Fernsehen auszustrahlen, doch war dies in den meisten Fällen nicht sehr effizient.<sup>42</sup> Gerade der terrestrische Standard hat den Nachteil, dass nicht so viele Programme über einen Kanal übertragen werden können<sup>43</sup>, somit ist eine effiziente Ausstrahlung von HDTV kaum möglich. Aus diesem Grund wurde 2006 eine „study mission“ ins Leben gerufen, die untersuchen sollte, welche möglichen Technologien für die Verbesserung des DVB-T-Standards, besonders hinsichtlich der Effizienz, in Frage kämen. Dabei stand eine bestmögliche Nutzung des Frequenzspektrums und somit eine Steigerung der spektralen Effizienz im Mittelpunkt der Entwicklung<sup>44</sup>.

Es arbeiteten etwa 60 Wissenschaftler sowie Ingenieure an diesem Standard. Die Entwicklung wurde von dem britischen Sender „BBC“ vorangetrieben. Die DVB-T2 Spezifikation wurde im April 2008 von der ETSI verabschiedet. Der neue Standard für digitales terrestrisches Fernsehen zeichnet sich durch etwa 30% bis 50% höhere Datenraten, einen besseren Fehlerschutz (FEC) und eine bessere mobile Empfangsfähigkeit aus. Hinzu

---

<sup>42</sup> Gero Gunkel, FKT 8-9/2008, 485

<sup>43</sup> Arbeitsgemeinschaft der öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten der Bundesrepublik Deutschland (ARD), „Digitale Verbreitung von Rundfunk“, 2002

<sup>44</sup> Gero Gunkel, 1

kommen verschiedene neue Technologien wie die Physical Layer Pipes, Multiple Input Single Output und die rotated Q-delayed Constellations.<sup>45</sup>

DVB-T2 wird bereits in England verwendet und soll ab 2011 auch in Finnland und Norwegen eingesetzt werden.<sup>46</sup> In Deutschland befindet sich der terrestrische Standard zweiter Generation noch in der Testphase. Im September 2009 startete in Niedersachsen ein Modellversuch mit zwei Sendern, die vom Netzbetreiber Media Broadcast in Betrieb genommen wurden.<sup>47</sup>

### **2.2.1 Der DVB-T2-Standard**

Wie auch bei dem DVB-T-Standard nutzt DVB-T2 COFDM zur Modulation der Signale. Dabei werden nicht mehr, wie beim Vorgänger zwei, sondern insgesamt sechs verschiedene COFDM-Varianten unterstützt. Zusätzlich zu den 2K- und 8K-Trägern sind noch 1K-, 4K-, 16K- und 32K-Träger Varianten hinzugekommen. Diese erlauben eine bessere Anpassung an die spezifischen Anwendungsbereiche.<sup>48</sup>

Weiterhin wurde eine höherwertige Modulation für den stationären Empfang hinzugefügt. Bei der 256 QAM-Modulation werden anstatt 6 Bits pro Symbol (64-QAM) 8 Bits pro Symbol verwendet, wodurch zusammen mit dem verbesserten FEC ein erheblicher Kapazitätsgewinn erzielt werden kann.<sup>49</sup> Weiterhin kann das DVB-T2-System in Kanälen mit Bandbreiten von 1,7; 5; 6;

---

<sup>45</sup> Rohde & Schwarz, Introduction to DVB-T2, 2009, 2

<sup>46</sup> gfu, Roland M. Stehle, 2010, 1

<sup>47</sup> [www.dvb-t2-nord.de](http://www.dvb-t2-nord.de), 2009, aufgerufen am 04.11.2010

<sup>48</sup> Ulrich Reimers, FKT 5/2009, 245

<sup>49</sup> Gero Gunkel, 2-3

7; 8; und 10 MHz angewendet werden<sup>50</sup>. Die Schutzintervall-Optionen wurden ebenfalls durch zwei weitere Werte ergänzt. Damit kann es nun eine relative Länge von 1/128 bis 1/4 annehmen.<sup>51</sup>

In den DVB-T2-Standard wurden außerdem neue technische Verfahren integriert, auf die später in dieser Arbeit eingegangen wird.

### **2.2.2 Der Fehlerschutz von DVB-T2**

Wie bereits bei DVB-S2 wird auch bei DVB-T2 als Fehlerschutz eine Verkettung aus BCH (Bose-Chaudhuri-Hocquengham)-Codes, als äußerer Fehlerschutz mit dem LDPC (Low-Density-Parity-Check) Code, als innerer Fehlerschutz verwendet. Während bei DVB-T eine konsekutiv arbeitende FEC-Codierung verwendet wurde, werden beim Nachfolger iterativ arbeitende Codes genutzt.<sup>52</sup> Im Vergleich zum DVB-T-Standard, welcher vom Faltungscodes und Reed-Solomon-Code Gebrauch macht, sind zwei neue Coderaten hinzugefügt worden.<sup>53</sup>

Bei den LDPC- und Turbocodes durchlaufen die Daten den Fehlerschutz-Decoder im Empfänger. Die korrigierten Daten werden dann rückgekoppelt. Damit können sie die Funktionsweise des Decoders beeinflussen, was eine große Steigerung der spektralen Effizienz des Gesamtsystems zur Folge hat.

---

<sup>50</sup> Rohde & Schwarz, Introduction to DVB-T2, 2009, 9

<sup>51</sup> Ulrich Reimers, FKT 5/2009, 245

<sup>52</sup> Gero Gunkel, 2

<sup>53</sup> Digital Terrestrial Television Action Group, 2009, 5

Durch den verbesserten Fehlerschutz sind Datenraten von 7,49 Mbit/s (QPSK, CR=1/2) bis hin zu 50,32 Mbit/s (256QAM, CR=5/6) möglich.<sup>54</sup>

### **2.2.3 Physical Layer Pipes**

Eines der im Punkt DVB-T2-Standard erwähnten Verfahren sind die im T2-System integrierten Physical Layer Pipes (PLP). Durch die Verwendung der PLP ist es möglich, dass jeder zu übertragende Dienst, durch variable Codierung und Modulation, individuell an die Übertragungsbedürfnisse angepasst werden kann. Dadurch kann zum Beispiel innerhalb eines Rundfunkkanals HDTV, welches hohe Datenraten erfordert, mit entsprechend gewählten Parametern optimal zu Empfängern mit einer Dachantenne ausgestrahlt werden, während SDTV oder Hörfunk für kleine Empfangsantennen eine Parameterwahl für maximale Robustheit erfordert.<sup>55</sup>

### **2.2.4 MISO - Multiantennen-Systeme**

Ein weiteres technisches Verfahren des DVB-T2-Standards ist das Multiple Input Single Output-Verfahren. Herkömmliche Rundfunksysteme verwenden eine Sende- und eine Empfangsantenne. Dadurch werden diese Systeme als Single Input Single Output Systeme bezeichnet. Mit dem Einsatz von mehreren Sendeantennen kann ein Netzgewinn in einem Gleichwellennetz erzielt

---

<sup>54</sup> Rohde & Schwarz, Introduction to DVB-T2, 2009, 38

<sup>55</sup> Gero, Gunkel, 3

werden.<sup>56</sup> Anders als üblich, werden innerhalb eines SFN nicht mehr exakt dieselben Daten von den einzelnen Sendern ausgestrahlt.<sup>57</sup>

### **2.2.5 Rotated Q-delayed Constellations**

Durch die Verwendung eines weiteren Verfahrens, der „Rotated Q-delayed Constellations“ werden die beim Demapping auftretenden Fehler gesenkt. Anstelle eines üblichen Mappers wird das Konstellationsdiagramm um einen bestimmten, von Funkkanaleigenschaften abhängigen, Winkel gedreht. In der DVB-T2-Spezifikation wurden für verschiedene Kanaleigenschaften bestimmte Rotationswinkel festgelegt. Weiterhin wird bei der Übertragung neben der Rotation auch noch die Quadratur-Komponente der Konstellation gegenüber der Inphase-Komponente jeweils um ein Symbol verzögert, wodurch es zu weniger Störungen bei der Übertragung kommt.<sup>58</sup>

Neben den bereits behandelten neuen Verfahren des DVB-T2-Standards gibt es noch weitere, von denen nachfolgend einige aufgeführt sind<sup>59</sup>:

- Peak Average Power Reduction
- „Multiple Pilot Structures“ (8 Pilot Muster)
- Time-Slicing
- „Future Extension Frames“ für zukünftige Erweiterungen
- zusätzliche Datenströme als Option

---

<sup>56</sup> Gero Gunkel, 4

<sup>57</sup> Ulrich Reimers, FKT 5/2009, 245

<sup>58</sup> Gero Gunkel, 5

<sup>59</sup> Rohde & Schwarz, Introduction to DVB-T2, 2009,



### **2.2.6 Gleichwellennetze in DVB-T2**

Durch die neuen im DVB-T2-Standard ergänzten Träger-Varianten 16K bis 32K und langem Schutzintervall kann die Größe eines Gleichwellennetzes enorm gesteigert werden. Mit einer Randträgererweiterung wäre sogar die Errichtung eines nationalen Gleichwellennetzes mit nur einer Frequenz möglich <sup>60</sup>, was eine höhere spektrale Effizienz zur Folge hat<sup>61</sup>.

Unter Berücksichtigung der lokalen Programmanbieter stellt sich jedoch die Frage, welchen Mehrwert ein nationales Gleichwellennetz für sie hätte. Die Werbepartner der Lokalsender und die behandelten Programmenthemen sind zum Großteil lokal, dadurch bringt eine nationale Ausstrahlung keine Vorteile mit sich. Hinzu kommen höhere Übertragungskosten für die Programmzuführung und die nationale Ausstrahlung.

### **2.3 Vergleich DVB-T und DVB-T2**

Bei den beiden terrestrischen Übertragungsstandards wird zur Modulation der Signale COFDM verwendet. Während bei DVB-T ausschließlich 2 Betriebsarten möglich waren (2K-Trägern, 8K-Trägern), wurden bei DVB-T2 noch 4 weitere COFDM-Varianten hinzugefügt (1K, 2K, 4K, 8K, 16K, 32K). Das Schutzintervall kann gegenüber dem Vorgänger-Standard sechs verschiedene Werte annehmen. Bei DVB-T2 ist das Schutzintervall im Bereich von 1/128 bis zu 1/4 der Symbollänge einstellbar. Auch der Fehlerschutz hat sich im Vergleich zu DVB-T stark verbessert. Die FEC-Coderaten können Werte zwischen 1/4 bis

---

<sup>60</sup> Gero Gunkel, 7

<sup>61</sup> Digital Terrestrial Television Action Group, 2009, 7

9/10 annehmen, was eine noch bessere Anpassung an die jeweiligen Übertragungsbedingungen ermöglicht. Das DVB-T2-System ist nicht mehr nur für Kanäle mit Bandbreiten von 6, 7 und 8 MHz vorgesehen, zusätzlich ist nun auch eine Anwendung in Kanälen mit Bandbreiten von 1,7; 5; 6; 7; 8 und 10 MHz möglich.<sup>62</sup> Mit dem 1,7 MHz Schmalbandmodus ist, langfristig gesehen, eine Übertragung von Hörfunk im Band III anwendbar<sup>63</sup>. Dadurch wäre die Möglichkeit gegeben, den Hörfunk digital zu übertragen, was mit DAB gescheitert ist. Das heißt, wenn DVB-T2 in Deutschland erfolgreich umgesetzt werden würde, dann gäbe es auch einen Endgerätemarkt, der die Verbreitung von digitalem Hörfunk ermöglichen könnte.

Mit dem bereits erwähnten Konzept der „Physical Layer Pipes“ wurde eine Erweiterung ins DVB-T2-System integriert, die bei einer Übertragung in einem Rundfunkkanal sowohl hochauflösendes Fernsehen für Dachantennen, als auch SDTV und Hörfunk für portable und mobile Antennen ermöglicht. Das heißt, dass die Robustheit innerhalb dieses Rundfunkkanals individuell an die zu übertragenden Dienste angepasst werden kann. DVB-T2 hat durch die bessere Codierung und Komprimierung eine mindestens 30 % höhere Datenrate als der Vorgänger DVB-T. Dadurch können mehrere Programme je Kanal oder die gleiche Anzahl an Programmen in besserer Qualität übertragen werden.

---

<sup>62</sup> Ulrich Reimers, FKT 5/2009, 245

<sup>63</sup> Herbert Tillmann, 2009, 12

### 3. Auswertung

#### 3.1 Untersuchung anhand des Leipziger Pilotprojekts

Am Beispiel des sich im Regelbetrieb befindenden DVB-T-Netzes in Leipzig lässt sich erkennen, dass bei nahezu gleichen Empfangsbedingungen eine erhebliche Steigerung der Datenrate durch die Umstellung auf DVB-T2 erreicht werden könnte.

Netzparameter	DVB-T (Leipzig)	DVB-T2 (Variante 1)	DVB-T2 (Variante 2)	DVB-T2 (Variante 3)
FFT-Größe	8K	32K	32K	32K
Fehlerschutzrate	2/3	4/5	5/6	3/5
Modulation	16-QAM	16-QAM	16-QAM	64-QAM
Guard-Intervall	1/16	1/32	1/32	1/32
Rayleigh-Kanal C/N	14,2 dB	13,4 dB	14,4 dB	13,8 dB
Nutzdatenrate	15,61 Mbit/s	23,6 Mbit/s	24,6 Mbit/s	26,4 Mbit/s

Tabelle 1<sup>64</sup>: Vergleich von existierenden DVB-T-Parametern mit möglichen DVB-T2-Parametern in Leipzig

---

<sup>64</sup> MUGLER AG, 2010

Anhand der Werte dieser Tabelle ist zu erkennen, dass mit einem Umstieg auf DVB-T2 bei nahezu gleichen Empfangsbedingungen ein Datenratengewinn von mindestens 51 % zu verzeichnen ist. Das heißt, es sind etwa 8 Mbit/s an Nutzdatenrate hinzugekommen, die unter anderem mit neuen Programm-anbietern gefüllt werden können.

In dieser Rechnung ist noch nicht die Verwendung des neuen Kompressionsverfahrens H.264/MPEG-4 berücksichtigt. Durch die Nutzung des verbesserten Kompressionsverfahrens wird die Programmanzahl etwa verdoppelt. Auf die Nutzung dieses Kapazitätsgewinns wird in der Arbeit noch genauer eingegangen.

### **3.2 Nutzen der DVB-T2-Technik**

Auch wenn es bereits mit DVB-Übertragungssystemen der ersten Generation technisch möglich war HDTV, SDTV, Datendienste und Hörfunk zu übertragen, so konzentriert man sich bei der zweiten Generation auf die noch effizientere Übertragung dieser verschiedenen Dienste. Bei dem SDTV-Betrieb kann sogar eine Senkung der senderseitigen Betriebskosten erzielt werden.<sup>65</sup> Bis zur Fertigstellung dieser Arbeit wurden keine ökonomische Daten der Firma MUGLER AG bekannt gegeben, die es ermöglicht hätten, die Betriebskosten von einem sich im Regelbetrieb befindenden DVB-T-Netzes mit den Betriebskosten eines zukünftigen DVB-T2-Netzes zu vergleichen und somit eventuelle Kosten für Programmanbieter ableiten zu können.

---

<sup>65</sup> Digital Terrestrial Television Action Group, 2009, 9

### **3.2.1 Programmanbieter**

Die Nutzung des DVB-T2 Standards hat für die Anbieter zwei grundlegende Vorteile. Zum Ersten können die Sender ihre existierenden Dienste mit weniger Frequenzkapazität liefern, zum Anderen haben sie die Möglichkeit, mehr Dienste bei gleichbleibender Frequenzkapazität auszustrahlen. Wenn die Sender ihre existierenden Dienste über den DVB-T2 Standard ausstrahlen, werden dadurch theoretisch ihre Übertragungskosten gesenkt.<sup>66</sup> Außerdem können die Programmveranstalter durch den Gewinn an Netto-Bandbreite über zusätzliche Programme oder neue Geschäftsmodelle nachdenken.

### **3.2.2 Netzbetreiber**

Für die Netzbetreiber sind die Kosten, die bei dem Umrüsten der Netzstruktur anfallen, überschaubar, da die Senderstruktur weiterverwendet werden kann. Das heißt, die Netzbetreiber müssen keine neuen Masten, Sender und Antennen installieren, um eine Übertragung mit dem DVB-T2 Standard zu gewährleisten. Einzig der alte DVB-T-Modulator wird durch eine neue DVB-T2-Einheit ausgetauscht. Ein DVB-T2-Modulator kostet zur Zeit noch etwa 25.000 Euro, doch in 2 bis 3 Jahren wird sich der Anschaffungspreis kaum noch von dem eines DVB-T-Modulators unterscheiden. Es kann angenommen werden, dass sich die Größe des Empfangsgebietes nicht ändert, es sei denn die Sender wünschen dies. In diesem Fall muss ein neues DVB-T2-Netzwerk

---

<sup>66</sup> Digital Terrestrial Television Action Group, 2009, 9

errichtet werden, was einen enormen Mehrkostenaufwand für den Netzbetreiber bedeutet.<sup>67</sup>

Eine weitere Möglichkeit, die sich mit der Umrüstung auf die zweite Generation des Übertragungsstandards ergibt, ist, dass der Netzbetreiber die Nutzdatenrate beibehält und durch eine geeignete Parameterwahl einen geringeren Signal-Rausch-Abstand benötigt. Das führt zu einer Einsparung der Sendeleistung.

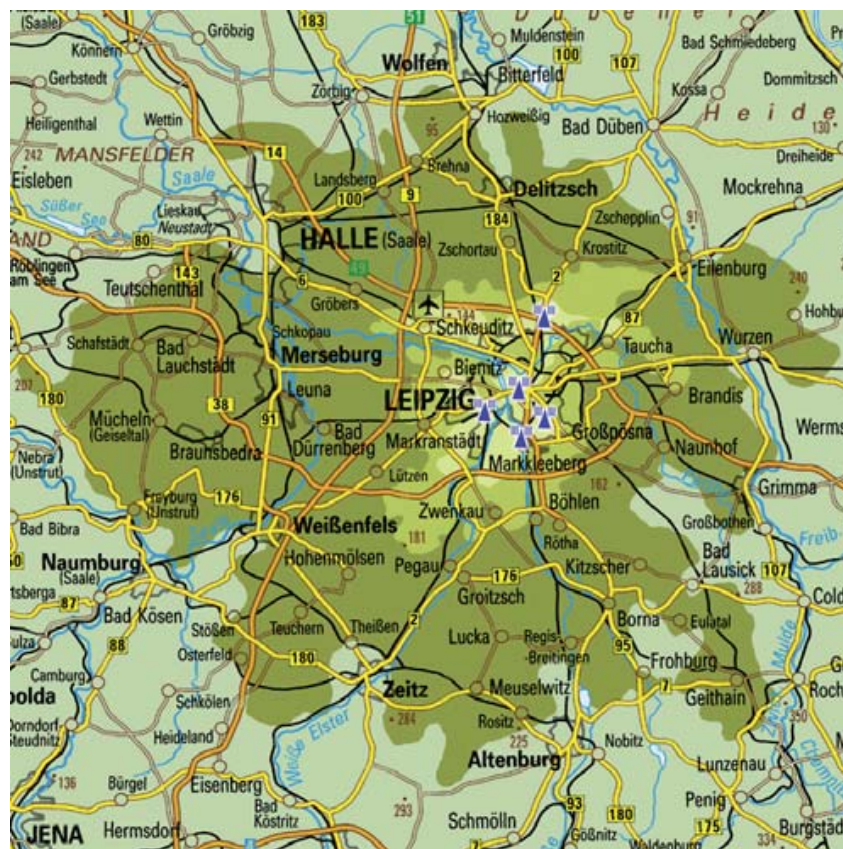


Abb.3: Die fünf Low Power Sender in Leipzig<sup>68</sup>

<sup>67</sup> Digital Terrestrial Television Action Group, 2009, 9-10

<sup>68</sup> Digitaler Rundfunk Mitteldeutschland, 2010, 5

In der Abbildung 3 ist zu erkennen, wo die fünf Low Power Sender in Leipzig stehen. Die Position und die Empfangsbedingungen würden sich auch bei einer Umstellung auf DVB-T2 nicht ändern. Im inneren Stadtgebiet wird der DVB-T2-Empfang mit Zimmerantennen möglich sein. Doch es kommt immer darauf an, in welcher Richtung man zum Sender wohnt und wie signaldurchlässig die Wände sind (hellgrün). Im äußeren Stadtgebiet und in den umliegenden Orten wird der Empfang nur mit außen am Gebäude befestigten Antennen möglich sein (grün). Im dunkelgrünen Gebiet wäre der DVB-T2-Empfang nur mit einer Dachantenne möglich.

### **3.3 Kompatibilität**

Empfangsgeräte für DVB-T2-Signale können auch DVB-T-Signale decodieren. Umgekehrt ist das nicht möglich. Das heißt, alte DVB-T-Empfänger können die DVB-T2-Signale nicht decodieren. Das wiederum bedeutet, dass Nutzer erst neue Empfänger kaufen müssen, um Fernsehen über DVB-T2 sehen zu können.

### **3.4 Quellencodierung**

Häufig wird das Quellencodierungsverfahren H.264/MPEG-4 mit DVB-T2 in Verbindung gebracht. Doch im Standard des terrestrischen Übertragungsweges der zweiten Generation sind nur Fehlerschutzmechanismen, Techniken der Kanalcodierung und weitere Verfahren zur Steigerung der spektralen Effizienz festgelegt.<sup>69</sup> Bei DVB-T wird die MPEG-2-Codierung sowohl für die Video-, als

---

<sup>69</sup> Thorsten Mann-Raudies, Meike Painter, 2008, 13

auch für die Audioübertragung zur Datenkompression verwendet. In manchen DVB-T-Netzen wird auch schon die Nachfolgetechnologie H.264/MPEG-4 genutzt, bei der die Audio- und Videosignale bei gleicher Qualität noch weniger Datenrate benötigen.<sup>70</sup>

Durch dieses verbesserte Komprimierungsverfahren ist es möglich, am Beispiel von DVB-T, dass die Programmanzahl etwa verdoppelt werden kann. Bei dem Nachfolgestandard DVB-T2 wird H.264/MPEG-4 auch als Kompressionsverfahren verwendet.<sup>71</sup>

Durch die Verwendung von H.264/MPEG-4 lassen sich bereits in DVB-T-Netzen Einsparungen bei den Übertragungskosten der Programmanbieter erzielen. Durch die nahezu halbierte Datenrate der Programme haben etwa doppelt so viele Programme in einem Netz Platz. Somit werden die gesamten Netzkosten auf mehrere Anbieter verteilt, wodurch für jeden einzelnen Rundfunksender weniger Kosten anfallen.

### **3.5 Interaktivität durch HbbTV**

Anhand der Begriffsdefinition von Gabi Reinmann ist Interaktivität die Interaktion von einem Mediennutzer mit dem medialen System und die unmittelbare Rückmeldung vom Mediensystem<sup>72</sup>. Betrachtet man Interaktivität nach dieser Definition, so existiert diese bereits seit der Einführung des Fernsehens, denn der Zuschauer bedient das Fernsehgerät bzw. die

---

<sup>70</sup> Ralf Pfeffer, Volker Stein, FKT 5/2009, 241

<sup>71</sup> Ralf Pfeffer, Volker Stein, FKT 5/2009, 241

<sup>72</sup> Rothmeier-Reinmann, Gabi, 2002, 6



Fernbedienung und erhält eine Rückmeldung in Form vom Wechseln des Senders oder Ausschalten des Gerätes.

Doch durch einen Rückkanal steht der Begriff Interaktivität im Fernsehen für neue Möglichkeiten für Zuschauer und Programmanbieter zu interagieren. HbbTV (Hybrid Broadcast Broadband Television) steht nicht nur für den digitalen Teletextnachfolger, sondern schafft mit der Verknüpfung von Fernsehen mit dem Internet genau diese neue Form der Interaktivität.

Das aus 60 Mitgliedern bestehende HbbTV-Konsortium mit Vertretern der Gerätehersteller, den Programmanbietern und den Plattformbetreibern erarbeitete Spezifikationen, damit es eine einheitliche Verwendung des interaktiven Dienstes gibt. Diese Spezifikation wurde jüngst am 1. Juli 2010 durch ETSI in ihrer endgültigen Ausführung verabschiedet.<sup>73</sup> Das HbbTV-Angebot ist abrufbar auf allen Geräten mit HbbTV-Empfangsmöglichkeit<sup>74</sup>, eine Nachrüstung ist nicht möglich<sup>75</sup>. Es ist aus technischer Sicht nahezu unabhängig von der Bezugsquelle für digitales Fernsehen<sup>76</sup>. Somit stehen auch den Nutzern von DVB-T und DVB-T2 die Dienste des digitalen Teletextnachfolgers zur Verfügung. Es werden ausschließlich DVB-T-Empfangsgeräte mit HbbTV-Funktion und ein Internetanschluss benötigt. Die Inhalte werden über das Internet auf das Empfangsgerät übertragen.

Durch HbbTV wird nicht nur der etwa vierzigjährige Teletext optisch durch eine moderne Darstellung ersetzt, es sind noch zahlreiche andere Dienste möglich, die das klassische Fernsehen, wie wir es noch kennen, verändern. Viele

---

<sup>73</sup> Köhre, Thomas, 11/2010, 22

<sup>74</sup> Köhre, Thomas, 11/2010, 22

<sup>75</sup> Dehn, Peter, 1/4, aufgerufen am 04.11.2010

<sup>76</sup> Dehn, Peter, 1/4, aufgerufen am 04.11.2010

Sender bieten bereits eine Mediathek über HbbTV an. In dieser Mediathek können verpasste Sendungen und Alternativangebote ausgesucht und angeschaut werden. Damit ist es möglich, wie bei IPTV, eine Video on Demand-Funktion bereitzustellen. Das Angebot der Mediatheken ist jedoch von Anbieter zu Anbieter verschieden. Ein Großteil des Programms der öffentlich-rechtlichen Sender ist somit über HbbTV abrufbar, während viele private Programmanbieter bedeutend weniger Inhalte über den neuen Dienst anbieten.

HbbTV bietet aber auch die klassischen Dienste, wie Programmführer und Wetterdienst an. Anwender haben auch die Möglichkeit an Umfragen und Spielen teilnehmen.<sup>77</sup>

Durch die Einführung von HbbTV könnten sich aber auch im lokalen Bereich völlig neue Möglichkeiten ergeben. Alle im Punkt 3.6.1 Telemediendienste erwähnten Inhalte, um den Kapazitätsgewinn von DVB-T2 durch lokale Programmanbieter auszufüllen, könnten mit Hilfe des HbbTV-Angebotes an die Empfänger übermittelt werden. Darüber hinaus wird es für die lokalen Programmanbieter einfacher werden, neue Fernsehzuschauer mit lokalen Onlinediensten über HbbTV zu gewinnen. Jedoch werden in dieser Arbeit keine weiteren Untersuchungen bezüglich der Kosten für Programmanbieter hinsichtlich der HbbTV-Dienste gemacht. Ein Ansatz, die eventuellen Kosten auch für lokale TV-Veranstalter tragbar zu machen, wurde bereits von der Thüringischen Landesmedienanstalt entwickelt. Die sogenannte Mediathek Thüringen ist ein Gemeinschaftskanal für die thüringischen Lokal-TV-Veranstalter<sup>78</sup>. Doch interaktives Fernsehen gibt es auch ohne HbbTV. IPTV

---

<sup>77</sup> Köhre, Thomas, 11/2010, 22

<sup>78</sup> Klaus Goldhammer, André Wiegand, Michael Schmid, 2010, 137

bietet den Empfängern die gleichen Vorzüge wie HbbTV, allerdings ist dieser Dienst kostenpflichtig. Das Thema IPTV wird ausführlich im Punkt 4 behandelt.

### **3.6 Betrachtung der lokalen DVB-T2 Netze**

In Sachsen wurden Ende Oktober 2009 für sechs sächsische Städte und deren Umgebung Lizenzen zur DVB-T-Übertragung erteilt. Neben dem Sendegebiet Leipzig, welches sich seit 10.5.2010 im Regelbetrieb befindet, planen Dresden, Chemnitz, Zwickau, Plauen und Görlitz die Verbreitung über DVB-T umzusetzen. In einigen dieser genannten Städte ist diese Verbreitung via DVB-T fragwürdig, da es noch ungeklärt ist, ob genug Nachfrage besteht die regionalen Multiplexe zu füllen. Wenn bereits einige lokale DVB-T-Netze Probleme mit der Befüllung dieser Multiplexe haben sollten, ist an eine Aufrüstung zur zweiten Generation in solchen Gebieten überhaupt nicht zu denken.<sup>79</sup>

Doch nicht alle DVB-T-Netze haben diese Probleme. Allein im Sendegebiet Leipzig gibt es sechs lizenzierte Veranstalter, die den lokalen Multiplex füllen. Das sind „Leipzig Fernsehen“, „BBC World“, „Bibel TV Stiftung“, „info-tv-leipzig“, „Radio Leipzig“ und „Radio Horeb“. Auch die geplante DVB-T-Verbreitung in Dresden und Umgebung soll künftig mit sechs lizenzierten Veranstaltern funktionieren.

Die Umrüstung zu einem lokalem DVB-T2-Netz bedeutet für Sender und Netzbetreiber kein großer Mehrkostenaufwand. Wie bereits im Abschnitt 3.2.2. erwähnt, kann die Sendestruktur des DVB-T-Netzes weiter verwendet werden.

---

<sup>79</sup> Klaus Goldhammer, André Wiegand, Michael Schmid, 2010, 61-63

Es muss ausschließlich der alte Modulator gegen einen neuen DVB-T2-Modulator ausgetauscht werden.

Aus technischer Sicht gibt es bei der Umrüstung zum Übertragungsweg der zweiten Generation keine Probleme. Wie bereits behandelt, eröffnen sich mit DVB-T2 völlig neue Möglichkeiten für die Programmveranstalter. Doch was ist, wenn ihnen die Akzeptanz vor etwas Neuem und die finanziellen Mittel zur Umsetzung fehlen? Denn dann kann die zweite Generation des terrestrischen Übertragungswegs noch so viele Vorteile haben, wenn diese nicht genutzt werden können. Die Kernforderung von DVB-T2 lautet: eine Steigerung der spektralen Effizienz von mindestens 30 % gegenüber DVB-T2<sup>80</sup>. Wie soll diese mindestens 30% gestiegene Kapazität eines DVB-T2-Netzes genutzt werden, wenn keine neuen lokalen Programmanbieter dazu kommen?

Um die durch DVB-T2 entstandene spektrale Effizienz ökonomisch für Sender, als auch für die Netzbetreiber nutzen zu können, gibt es einige Ansätze, die wie folgt erläutert werden:

Mit Hilfe von sogenannten Telemediendiensten können lokale Fernsehsender die größer gewordene Kapazität des terrestrischen Übertragungsweges ausfüllen. Die Idee hinter den Telemediendiensten ist, dass die Datenraten gering gehalten werden, damit die extra Kosten des Senders für die Übertragung erschwinglich bleiben. Die lokalen Fernsehsender können mit Spartendiensten neue Werbekunden erreichen. Beispiele solcher Telemediendienste sind: Immobilienkanal, Tourismuskanal, lokale Börse für alle möglichen Dinge, usw.

---

<sup>80</sup> Gero Gunkel, 1

### 3.6.1 Telemediendienste und lokale Spartenkanäle

Spartenkanäle und Telemediendienste wie ein Immobilienkanal, ein Veranstaltungskanal, Verkaufsbörsen und ähnliches sind gerade für lokale Netze eine Möglichkeit, die Kapazität ökonomisch auszufüllen. Doch auch solche Kanäle, die nahe an der Printwerbung liegen, das heißt, es gibt wenig bewegten Inhalt, müssen vom Programmveranstalter gewartet werden, damit dem Kunden die Lauffähigkeit garantiert werden kann. Weiterhin müssen sich die Programmveranstalter die Frage stellen: Warum soll der Zuschauer sich das Programm überhaupt anschauen und welche Zielgruppen sollen angesprochen werden ?<sup>81</sup>

Während den Gesprächen mit den Geschäftsführern der Lokalsender wurde deutlich, dass sich mit Spartenkanälen kaum neue Werbekunden für die Sender gewinnen lassen. Vielmehr würde sich dadurch eine Aufsplitterung der schon vorhandenen Werbekunden auf zwei oder mehr Sender ergeben. Somit sind Spartenkanäle aus Sicht der Programmveranstalter keine optimale Lösung für das Ausfüllen der Kapazität von lokalen DVB-T2-Netzen.

Am Beispiel des lokalen Sportsenders „Sport 8“ von Leipzig Fernsehen, Dresden Fernsehen und Chemnitz Fernsehen ist zu erkennen, dass ein zweiter Programmsender für lokale Anbieter nur möglich ist, wenn sich mehrere Lokalfernsehsender den personellen und technischen Mehrkostenaufwand und die Arbeit teilen. Im oben genannten Beispiel sind es die drei Sender, die sich Kosten und Arbeit teilen. Weiterhin entfallen die Kosten für die Übertragung, da

---

<sup>81</sup> Ralf Schietrumpf, 23.08.2010

die Programmveranstalter einen Sponsorvertrag mit dem Kabelnetzbetreiber „Primacom“ haben und auch nur in diesem Kabelnetz empfangbar sind.<sup>82</sup>

### **3.6.2 HDTV für Lokalsender**

Die Ausstrahlung des hochauflösenden Fernsehens war zwar auch schon über DVB-T möglich, doch die zweite Generation des terrestrischen Übertragungsweges macht die Übertragung von HDTV erst effizient. Nun muss geklärt werden, ob durch DVB-T2 auch für lokale Rundfunkanbieter die HDTV-Ausstrahlung in Frage käme. In erster Linie hängt das natürlich von der Studiotechnik ab. Doch auch wenn theoretisch ein kleiner Stadtkanal mit der erforderlichen Technik ausgestattet wäre, kämen trotzdem noch höhere Übertragungskosten hinzu als bei der Ausstrahlung von herkömmlichen SDTV. Weiterhin stellt sich die Frage: Ist es überhaupt notwendig, dass ein regionaler Nachrichtensender die Sendungen in HDTV ausstrahlt? Neben dem höheren Kostenaufwand ergeben sich keinerlei Vorteile aus Sicht des Fernsehsenders.

Anhand der befragten Verantwortlichen der lokalen Programmanbieter kann die Behauptung aufgestellt werden, dass ein Großteil der lokalen Rundfunkanbieter aus finanzieller und personeller Sicht keine Möglichkeiten besitzen, die durch DVB-T2 gewonnene Nutzdatenrate selbstständig zu füllen.

---

<sup>82</sup> Carola Olbricht, 03.09.10

### 3.7 Betrachtung des Geschäftsmodells in Halle

Das zweite lokale DVB-T-Netz in Deutschland, in Halle, ist etwas anders als das lokale Netz in Leipzig. Während in Leipzig insgesamt sechs Anbieter ihr Programm über das lokale Netz vertreiben, sendet in Halle nur ein Anbieter sein Programm über das dortige lokale DVB-T-Netz. Auch in Halle wird das lokale Netz vom Netzbetreiber MUGLER AG bereitgestellt. Der Sender TV Halle füllt damit einen kompletten 8 MHz Kanal mit einem Programm aus.

#### Lokaler Multiplex in Halle



Kanal	55
Frequenz in MHz	746
Senderstandorte, Leistung, Polarisation	Halle, Magdeburger Straße 5 kW, vertikal
Modulation	QPSK
Fehlerschutz	2/3
Guard-Intervall	1/8
Datenrate [Mbit/s]	7,37

Abb.4: Technische Parameter des lokalen Multiplex in Halle<sup>83</sup>

---

<sup>83</sup> Digitaler Rundfunk Mitteldeutschland, 09.2010

Am 21. Oktober 2010 wurde der Testbetrieb des lokalen DVB-T-Netzes beendet. Dieses Projekt wurde von der Landesmedienanstalt Sachsen-Anhalt mit einer Fördersumme von 60.000 Euro unterstützt.<sup>84</sup>

Eine Umstellung auf DVB-T2 wäre in diesem Netz keine Alternative, da dadurch keinerlei Vorteile erzielt werden können.

### **3.8 Mögliche auftretende Probleme bei der Umsetzung**

Etwa 30 Millionen Empfangsgeräte in Deutschland sind DVB-T fähig, darunter rund 6 Millionen portable Geräte. Bei der Einführung von DVB-T2 müssten alle existierenden Empfangsgeräte ausgetauscht werden. Durch den hohen Anteil an tragbaren DVB-T-Empfängern wird der Austausch enorm erleichtert, da unter anderem Handys ohnehin nach etwa zwei Jahren erneuert werden<sup>85</sup>. Doch bei Flachbildschirmen mit integriertem DVB-T-Empfänger stellt der Austausch ein etwas größeres Problem dar. Viele Haushalte haben sich gerade erst mit HDTV-fähigen Flachbildschirmen ausgestattet. Aus diesem Grund würden sich wohl nur sehr wenige Haushalte in nächster Zeit ein neues Fernsehgerät mit integriertem DVB-T2-Empfänger kaufen. Das gleiche Problem wird auch bei den DVB-T2-Empfangsgeräten auftreten.

Seitdem die Politik einen Teil der frei gewordenen Frequenzen aus der Analog Abschaltung dem Mobilfunk zur Verfügung gestellt hat, wurde die Entwicklungschance für das terrestrische Fernsehen erheblich begrenzt. Hinzu

---

<sup>84</sup> [www.infosat.de](http://www.infosat.de), aufgerufen am: 27.10.2010

<sup>85</sup> Ralf Pfeffer, Volker Steinmann, FKT 5/2009, 241



kommt, dass mit der Einführung von LTE Interferenzen im Kabelfernsehen und bei DVB-T besonders in Großstädten auftreten.<sup>86</sup>

Lokale Netze haben zusätzlich noch den Nachteil, dass die neue Technik immer erst auf nationaler Ebene eingeführt werden muss, wenn das am Beispiel von DVB-T2 in Deutschland nicht geschieht, dann wird es auch keine lokalen DVB-T2-Netze geben. Am Anfang der deutschlandweiten Einführung werden beide digitalen terrestrischen Übertragungsstandards simultan ausgestrahlt, da kein harter Umstieg erfolgen soll. Zudem könnten ARD und ZDF ihr DVB-T-Angebot aufrecht erhalten und nur zusätzliche HD-Inhalte über DVB-T2 zur Verfügung stellen.<sup>87</sup> Nach diesem Szenario würde sich DVB-T2 wohl kaum in Deutschland durchsetzen und somit für lokale Netze nicht in Frage kommen.

### **3.9 Lösungsansätze für lokale Rundfunkanbieter**

Die einzelnen Landesmedienanstalten haben neben der überwachenden Funktion und den Lizenzvergaben auch noch die Aufgabe der Förderung. Insgesamt zwei Prozent der Rundfunkgebühren, die im jeweiligen Bundesland erhoben werden, erhalten die Landesmedienanstalten. Diese werden zur Unterstützung des privaten Rundfunks des jeweiligen Bundeslandes genutzt. Am Beispiel von Sachsen wurde mit Hilfe von Fördergeldern das DVB-T-Pilotprojekt in Leipzig umgesetzt und somit eine Plattform für lokale Rundfunkanbieter geschaffen. Eine direkte Programmförderung der privaten Anbieter wird jedoch kaum durchgeführt. Anhand der Bayrischen Landes-

---

<sup>86</sup> Digitalmagazin.info, Nr. 1220 / 6.Jg. 9. September 2010

<sup>87</sup> www.infosat.de, 2010,

medienanstalt ist zu erkennen, dass sowohl eine Förderung der technischen Infrastruktur, als auch eine Programmförderung möglich ist. Um eine Programmförderung als Rundfunkanbieter zu erhalten, gibt es gewisse Auflagen, die erfüllt werden müssen.

Durch eine Programmförderung für lokale Rundfunkanbieter könnten, am Beispiel der BLM, maximal 66,6 Prozent der Produktionskosten gefördert werden. Dadurch haben lokale Anbieter die Möglichkeit in Bezug auf die Ausfüllung des durch DVB-T2 erreichten Kapazitätsgewinns, neue Programme zu erstellen.<sup>88</sup>

Ein weiterer Lösungsansatz wäre eine Kooperation von verschiedenen lokalen Rundfunkanbietern. Am Beispiel des Spartenprogramms „Sport 8“ ist zu erkennen, dass es unter bestimmten Rahmenbedingungen möglich ist, neben dem herkömmlichen Programm, ein zweites Programm zu gestalten. Der regionale Sportsender wird zwar nur über Kabel übertragen, doch mit Hilfe von Förderungen der Landesmedienanstalten könnte ein solches Projekt auch via DVB-T ermöglicht werden.

---

<sup>88</sup> blm.de, 2010

## 4. IPTV

Zusätzlich zu den klassischen Fernsehübertragungswegen über Satellit, Kabel und Terrestrik gibt es durch die immer höher werdenden Bandbreiten der Internetverbindung einen weiteren Übertragungsweg. Über die Zweidrahtleitung sind heutzutage Datenraten möglich, die die Übertragung von Fernsehen ermöglichen. Das sogenannte Internet Protocol Television, kurz IPTV, wird in Deutschland unter anderem von der Deutschen Telekom angeboten.<sup>89</sup> Über Very High Speed Digital Subscriber Line (VDSL) können zur Zeit, laut Telekom, Downstreamraten von bis zu 51,3 Mbit/s erzielt werden. Das Telekommunikationsunternehmen bietet IPTV in Komplettpaketen mit Internet und Telefon aus einer Anschlussdose an.<sup>90</sup>

Die zu übertragenden Inhalte sind oftmals MPEG-4-codiert, um damit möglichst geringe Datenraten zu erzielen. Im DVB-IP-Standard festgelegte Übertragungsverfahren werden die MPEG-2 oder MPEG-4 codierten Audio- und Videostreams über das Real Time Transport Protocol (RTP) in UDP-Pakete (User Datagram Protocol) eingefügt.<sup>91</sup>

IPTV hat gegenüber den klassischen Übertragungswegen für Fernsehen einige Vorteile. Zum einen ermöglicht IPTV mit dem zeitversetzten Fernsehen, das eine laufende Sendung jederzeit pausiert werden kann. Zum anderen bietet die „Video-on-Demand“-Funktion den Zuschauern Filme und Fernsehsendungen abzurufen, wenn sie es wollen. Ein weiterer Vorteil, der aber

---

<sup>89</sup> Walter Fischer, 2009, 565-567

<sup>90</sup> [www.telekom.de](http://www.telekom.de)

<sup>91</sup> Walter Fischer, 2009, 566

zukünftig auch für die klassischen Übertragungswege realisierbar sein wird, ist die Interaktivität.<sup>92</sup>

Neben der Deutschen Telekom bietet auch noch „Alice“ das Fernsehen über das Internet an. Auch das Telekommunikationsunternehmen „Vodafone“ will bis Ende 2010 ein eigenes IPTV-Angebot auf dem Markt einführen.<sup>93</sup> IPTV gewinnt durch die bereits erwähnten Vorteile gegenüber den anderen digitalen Übertragungswegen immer mehr an Popularität. Es ist damit zum viert wichtigsten Übertragungsmedium, neben DVB-C, DVB-S und DVB-T geworden.

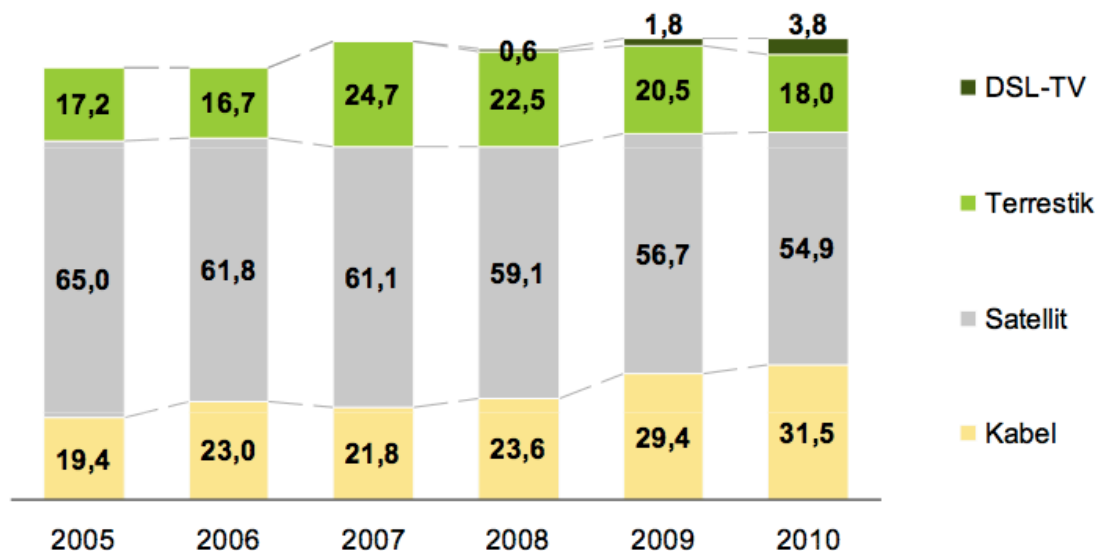


Abb.5: Verteilung der Übertragungswege in digitalen TV-Haushalten

Betrachtet man die Entwicklung der Verteilung der Übertragungswege in Abbildung 5, so kann man deutlich erkennen, dass es 2010 zwei Gewinner gibt.

<sup>92</sup> Digitalisierungsbericht, 2010, 56

<sup>93</sup> <http://www.iptv-anbieter.info/was-ist-iptv.html>, aufgerufen am: 22.10.2010

Die digitale Übertragung über Kabel und die Übertragung über DSL-TV haben im Vergleich zu den vergangenen Jahren deutlich an Bedeutung gewonnen. Zwar liegt DSL-TV mit nur 3,8 Prozent weit hinter DVB-T mit 18 Prozent, doch man muss bedenken, dass das Fernsehen über Internet noch in den „Kinderschuhen“ steckt. Es ist aber abzusehen, dass IPTV in naher Zukunft ein neuer Konkurrent im Rennen um den beliebtesten Übertragungsweg sein wird.

Ob IPTV auch eine Alternative für die lokalen Fernsehsender darstellt, ist noch nicht abzusehen. Viele Lokalsender bieten ihr Programm bereits über Streams im Internet an, doch mit diesem sogenannten WebTV bleibt der Nutzer am PC. Bei IPTV wird das Fernsehen über das Internet auf das heimische Fernsehgerät gebracht. Weiterhin erfolgt die Ausstrahlung der Fernsehprogramme bei IPTV über einen zentralen Playout, was zur Folge hat, dass die anfallenden Kosten für Zuführung und nationale Ausstrahlung für lokale Programmanbieter nicht finanzierbar sind<sup>94</sup>.

Allerdings gibt es auch Ausnahmen, das Programm des Regionalsenders Rhein-Neckar Fernsehen ist unter anderem über das IPTV-Angebot Entertain von der Deutschen Telekom zu empfangen. Dr. Andreas Klöcker von RNF sieht eine Übertragung über neue Vertriebswege auch für lokale Sender als unausweichlich, um die Bedürfnisse der Zuschauer zu bedienen. Der älteste private Nachrichtensender in Deutschland vertreibt sein Programm auch über Satellit.<sup>95</sup>

---

<sup>94</sup> Klaus Goldhammer, André Wiegand, Michael Schmid, 2010, 136

<sup>95</sup> Dr. Andreas Klöcker, Interview vom 25.10.2010

Rhein-Neckar Fernsehen kann aber nicht mit den meisten Regionalsendern in Deutschland verglichen werden, da RNF auch für viele nationale und internationale Fernsehanstalten produziert.<sup>96</sup>

---

<sup>96</sup> [http://www.rnf.de/unternehmen/broadcast\\_service](http://www.rnf.de/unternehmen/broadcast_service), aufgerufen am 27.10.2010

## 5. Fazit

Betrachtet man die sich ergebenden Vorteile durch die Umstellung auf DVB-T2 anhand des in 3.1 genannten Netzes in Leipzigs, so kann von einem Mehrwert im lokalen Bereich gesprochen werden. Doch dieser Mehrwert ist erst von Bedeutung, wenn eine ökonomische Nutzung durchführbar ist. Dabei muss zwischen den einzelnen Geschäftsmodellen unterschieden werden. Am Beispiel des lokalen DVB-T-Netzes in Halle ist zu erkennen, dass bei einer Umstellung keine ökonomische Nutzung gegeben wäre, da ein Programmanbieter nicht den durch DVB-T2 erzielbaren Kapazitätsgewinn allein ausfüllen könnte. Voraussetzung für jede lokale Untersuchung hinsichtlich eines Mehrwerts durch die Umstellung auf DVB-T2 ist, dass vorher eine erfolgreiche Umstellung auf nationaler Ebene erfolgt.

Die anfallenden Kosten für lokale Netzbetreiber, wie die Firma MUGLER AG, werden in zwei bis drei Jahren einen nur geringen Einfluss auf die Senderkosten haben. Das bedeutet, dass dann die Standortkosten für ein DVB-T2-Netz in Leipzig etwa gleich den der jetzigen Standortkosten in Leipzig wären.

Durch den Kapazitätsgewinn von etwa 51 % können im lokalen DVB-T2-Netz mehr Programme von den vorhandenen Anbietern oder durch neue Anbieter übertragen werden. Weiterhin ist auch eine Ausstrahlung der vorhandenen Programme in HDTV möglich. Doch für die lokalen Programm-anbieter ist es vorwiegend aus finanziellen Gründen nicht möglich, den Kapazitätsgewinn mit eigenen neuen Programmen auszufüllen. Aus diesem Grund werden wohl neue überregionale Programmanbieter diese Aufgabe übernehmen. Dadurch erhöht sich die Programmvielfalt des lokalen DVB-T2-

Netzes, was den lokalen Anbietern wiederum zu Gute kommen würde, da dadurch das Interesse von potentiellen Zuschauern am lokalen Netz steigen könnte. Ein weiterer Vorteil für die lokalen Programmanbieter ist die Tatsache, dass mit steigender Anzahl an Programmen die Übertragungskosten der einzelnen Programmanbieter sinken, vorausgesetzt, die zu übertragenden Dienste bleiben gleich. Die Möglichkeit, Inhalte in HDTV-Auflösung auszustrahlen, ist für viele regionale Programmanbieter ebenfalls finanziell nicht tragbar, da oftmals ein Großteil der vorhandenen Technik ersetzt werden müsste. Außerdem stehen dabei Kosten und Nutzen in keinem Verhältnis zueinander, da die Übertragungskosten bei der Ausstrahlung der vorhandenen Dienste in HDTV ansteigen würden. Für die überregionalen Anbieter würde die HDTV-Ausstrahlung kein Problem darstellen, jedoch liegt die tatsächliche Umsetzung bei jedem Programmanbieter selbst. Zusatzfunktionen wie MISO und PLP konnten in Bezug auf lokale DVB-T2-Netze in dieser Arbeit nicht betrachtet werden, da sich diese noch in der nationalen Testphase befinden und es noch unklar ist, ob diese Verfahren überhaupt für lokale Netze geeignet sind.

Ein Kapazitätsgewinn lässt sich aber auch ohne eine Umstellung auf DVB-T2 erzielen. Mit der Verwendung des Kompressionsverfahrens H.264/MPEG-4 kann die Programmanzahl etwa um den Faktor zwei gesteigert werden, wodurch sich ebenfalls eine Senkung der Übertragungskosten für lokale Rundfunkanbieter ergibt.

DVB-T2 befindet sich noch immer in der Testphase und die Einführung soll in Deutschland ab 2015 starten<sup>97</sup>. Bis dahin bleibt noch Zeit, um sich mit den neuen Konzepten des DVB-T2-Standards in Bezug auf die Auswirkungen

---

<sup>97</sup> [www.satundkabel.de](http://www.satundkabel.de), 21.10.2010



auf lokale Netze, die in dieser Arbeit nicht behandelt werden konnten, zu beschäftigen.

Lokale Programmanbieter haben seit Beginn der Digitalisierung oftmals Schwierigkeiten, ihr Programm ohne hohe Verbreitungskosten zu übertragen. Neben den regionalen Kabelnetzen und den bereits erwähnten lokalen DVB-T-Netzen gibt es für die lokalen Rundfunksender keine Alternativen. Auch das in Punkt 4 untersuchte IPTV stellt in diesem Zusammenhang keine geeignete Alternative dar, da eine nationale Ausstrahlung des Programms für nahezu alle lokalen privaten Rundfunksender hinsichtlich der Übertragungskosten undenkbar wäre.

# Literaturverzeichnis

## *Bücher*

Altrogge, Michael/Donsbach, Wolfgang/Schabedoth, Eva: Lokal-TV zwischen  
Programmakzeptanz und Werbemarkt, Schriftenreihe der SLM, Band 12,  
Berlin 2004

Altrogge, Michael/Schabedoth, Eva: Lokal-TV und Werbemarkt, Schriftenreihe  
der SLM, Band 18, Berlin 2010

Fischer, Walter: Digitale Fernsehtechnik in Theorie und Praxis, Berlin/  
Heidelberg 2006

Förster, Stefan: Privater Rundfunk in Sachsen, Schriftenreihe der SLM, Band  
16, Berlin 2008

Goldhammer, Klaus/Wiegand, André/Schmid, Michael: Digitale Vernetzung von  
Lokal-TV, Schriftenreihe der SLM, Band 19, Berlin 2010

Mäusl, Rudolf: Fernsehtechnik - Vom Studiosignal zum DVB-Sendesignal  
3. Auflage, Heidelberg 2002

Reimers, Ulrich: DVB - Digitale Fernsehtechnik. Datenkompression und  
Übertragung. 3. Auflage, Berlin/Heidelberg 2008

## *Hochschulschriften*

Gunkel, Gero: DVB-T2 - Der neue Standard für den terrestrischen Rundfunk,  
Technische Universität Braunschweig, Institut für Nachrichtentechnik,  
o.J.

Seidenstücker, Daniel: DVB-T2: 2nd Generation Terrestrial, Seminararbeit,  
Freie Universität Berlin, 2009

### *Firmenschriften*

DVB Project Office: Introduction to the DVB Project - Creating Global Standards  
for Digital Television. 03.2010, 04.06.2010

DVB Project Office: Digital Terrestrial Television -The world's most flexible and  
most successful DTT standard. 07.2009, 06.05.2010

DVB Project Office: 2nd Generation Terrestrial - The World's Most Advanced  
Digital Terrestrial TV System. 03.2010, 06.05.2010

DVB Project Office: DVB-T2 Call for Technologies. 16.04.2007, 06.05.2010

European Telecommunications Standards Institute: ETSI EN 302 755 V1.1.1 -  
Digital Video Broadcasting (DVB); Frame structure channel coding and  
modulation for a second generation digital terrestrial television  
broadcasting system (DVB-T2). 09.2009, 06.05.2010

Rohde & Schwarz: Introduction to DVB-T2. „Second Generation Digital  
Terrestrial Video Broadcasting“, 21.12.2009

Digital Terrestrial Television Action Group: Understanding DVB-T2.  
Key technical, business, & regulatory implications, 2009

Digitaler Rundfunk Mitteldeutschland: Technik-Handbuch zum digitalen  
Antennenfernsehen in Mitteldeutschland, 09.2010

Kommission für Zulassung und Aufsicht (ZAK) der Landesmedienanstalten:  
Digitalisierungsbericht 2010

Gesellschaft für Unterhaltungs- und Kommunikationselektronik (gfu):

Terrestrisches Fernsehen - ein Auslaufmodell?, 08.09.2010

Mann-Raudies, Thorsten/Painter, Meike: 10 Jahre DVB-T in Deutschland.

Bericht des Umstiegs von analogem auf digitales Antennenfernsehen in  
Deutschland. 12/2008

Tillmann, Herbert: DVB-T2: Entwicklungen und zukünftige Anwendungen bei

der ARD. [http://www.media-broadcast.com/fileadmin/user\\_upload/](http://www.media-broadcast.com/fileadmin/user_upload/)

Zukunftsforum-dvb-t/Herbert-Tillmann-ARD.pdf, 15.10.2010

Arbeitsgemeinschaft der öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten der

Bundesrepublik Deutschland (ARD): Digitale Verbreitung von Rundfunk  
Strategische Überlegungen und Empfehlungen, 03.2002

### *Zeitschriften*

Köhre, Thomas: Durchbruch für HbbTV. In: Digitalfernsehen. Satellit - Kabel -  
Antenne, Auerbach Verlag und Infodienste GmbH, Nr. 11/2010, 22-25

Reimers, Ulrich: Weiterentwicklung von DVB-Systemen für den Rundfunk. In:

FKT - Die Fachzeitschrift für Fernsehen, Film und elektronische  
Medien, Nr. 5/2009, 244-247

Pfeffer, Ralf: MPEG-4/H.264 in DVB-T. In: FKT - Die Fachzeitschrift für

Fernsehen, Film und elektronische Medien, Nr. 5/2009, 240-243

Wagner, Reinhard E.: Zukunftsforum DVB-T. In: FKT - Die Fachzeitschrift für

Fernsehen, Film und elektronische Medien, Nr.12/2009, 718-719

Digitalmagazin.info: Dokumentation: medienwoche@IFA 2010. 09.09.2010, Nr.

1220/ 6. Jg.

## *Sonstiges*

Rothmeier-Reinmann, Gabi: Mediendidaktik und Wissensmanagement.  
30.10.2002

## *Internetquellen*

Dehn, Peter: Lo(kal)power-Fünfeck für den privaten Rundfunk.  
<http://www.dehnmedia.de/?page=dvbt&subpage=lokalpower>, 17.07.2010  
Modellversuch DVB-T2.  
<http://www.dvb-t2-nord.de/aktuelles/index.html>, 04.11.2010  
Sat + Kabel - Digital-TV. Medien. Breitband: Medienhüter: DVB-T2 in  
Niedersachsen ab 2015 kein Problem. [http://www.satundkabel.de  
index.php/nachrichtenueberblick/fernsehen/](http://www.satundkabel.de/index.php/nachrichtenueberblick/fernsehen/), 13.10.2010 und 21.10.2010  
IPTV-Anbieter.info.  
<http://www.iptv-anbieter.info/was-ist-iptv.html>, 22.10.2010  
Bayrische Landesmedienanstalt. Allgemeine Informationen zur  
Programmförderung, [http://www.blm.de/de/pub/radio\\_\\_\\_tv/  
programmfoerderung/info\\_antrag\\_pf.cfm](http://www.blm.de/de/pub/radio___tv/programmfoerderung/info_antrag_pf.cfm), 25.10.2010  
Deutsche Telekom. (V)DSL-Vergleich  
<http://www.telekom.de>, 21.10.2010  
Rhein-Neckar Fernsehen. Unternehmen  
<http://www.rnf.de/unternehmen/>, 25.10.2010  
Infosat.de. Meldungen  
<http://www.infosat.de/Meldungen/index.php>, 27.10.2010

# Anlagen

# Anlagenverzeichnis

Gespräch mit Ralf Schietrumpf	64
Gespräch mit Carola Olbricht	66
Gespräch mit Dr. Andreas Klöcker	67

## **Anlage 1: Gespräch mit Ralf Schietrumpf, Geschäftsführer von TV Halle, vom 23.08.2010**

Herr Ralf Schietrumpf wurde befragt, wie ein lokaler Fernsehsender den durch DVB-T2 erzielbaren Kapazitätsgewinn optimal ausnutzen könnte. Er erklärte, dass es zwar eine interessante Variante sei, den Platz mit neuen Telemediendiensten oder Spartenkanälen zu befüllen, jedoch bedeutet das für einen lokalen Fernsehsender mehr Arbeit und mehr Kosten. Diese Kanäle müssen ständig gewartet werden, um den Kunden die Lauffähigkeit zu garantieren. Für Herrn Schietrumpf liegen Telemediendienste nahe am Print, das heißt man muss sich die Frage stellen, warum der Zuschauer gerade dieses Programm schauen soll. Es muss vorher bestimmt werden, welche Zielgruppen angesprochen werden sollen. Weiterhin stellte er die Frage: Sollen neue Kunden gewonnen werden oder sind damit bestehende Kunden zu betreuen? In der Praxis ist es oftmals so, dass neue Formatideen kein eigenes Programm erhalten, sondern sie werden in das bereits bestehende Programm integriert. Der Sender muss, bevor er ein neues Programm startet, eine Agentur mit der Kalkulation der Kosten des Spartenkanals beauftragen. Als Ideen für Spartenkanäle nannte er Hotel- und Veranstaltungskanal, Immobilienkanal und verschiedenen Börsenkanäle (Suche/Finde).

Im Gespräch wird das Beispiel des bestehenden lokalen Spartenkanals „Sport 8“ besprochen. Herr Schietrumpf war der Meinung, dass ein lokaler Fernsehsender vorher prüfen muss, ob überhaupt Interesse an einem solchen Vollprogramm besteht. Weiterhin sei zu beachten, dass viele Sportereignisse am Wochenende stattfinden und es dadurch oft zu Überschneidungen kommen



würde. Er stellte die Frage: Was der Sportkanal innerhalb der Woche senden sollte, da zu dieser Zeit kaum Sportereignisse stattfinden. Zudem sei der Lizenzaufwand zu beachten. Für die Rentabilität sei es auch wichtig, ausreichend Sponsoren zu finden.

Der Tatsache, dass mit Hilfe von DVB-T2 ein nationales Gleichwellennetz errichtet werden könnte, stand Herr Schietrumpf zweifelhaft gegenüber. Lokale Werbepartner würden nicht mehr bezahlen, nur weil sie mehr Zuschauer mit dieser Werbung erreichen könnten.

**Anlage 2: Gespräch mit Carola Olbricht, Studioleiterin**  
**SACHSEN-FERNSEHEN vom 03.09.2010**

Frau Olbricht wurde befragt, wie der lokale Spartensender „Sport 8“ umgesetzt wurde. Frau Olbricht erklärte, dass sich dieser Spartensender nur lohnt, da insgesamt drei Regionalsender Sachsen-Fernsehen, Leipzig-Fernsehen und Dresden-Fernsehen diesen Sportsender gemeinsam betreiben. Damit wird der extra Personal- und Technikaufwand nicht auf einem, sondern auf die drei Lokalsendern verteilt. Weiterhin sagte Frau Olbricht, dass „Sport 8“ in Kooperation mit dem Kabelanbieter „Primacom“ betrieben wird. Somit fallen zusätzliche Kosten für die Übertragung weg. Frau Olbricht meinte, dass die Inhalte von den drei Lokalsendern bereitgestellt werden, somit ließe sich der extra Sender mit ausreichend Material füllen.

Auf die Frage, welche Vorteile ein solcher lokaler Sportsender habe, erklärte Frau Olbricht, dass sich mit einem regionalen Sportsender neue Werbepartner für eine neue Zielgruppe finden ließen, die sonst im Nachrichtenprogramm der Regionalsender zu wenig vertreten seien.

**Anlage 3: Gespräch mit Herrn Dr. Andreas Klöcker,  
Datenschutzbeauftragter von Rhein-Neckar Fernsehen  
Gespräch vom 25.10.2010**

Herr Dr. Klöcker wurde befragt, welche Vorteile IPTV und DVB-S gegenüber anderen Übertragungswegen für lokale Fernsehsender habe. Daraufhin antwortete er, dass ein Lokalsender die Vertriebswege ändern muss, damit die Zuschauer den Sender über jede erdenkliche Art empfangen können. Herr Dr. Klöcker erwähnte, dass Rhein-Neckar Fernsehen sogar schon einen kompakten „iPhone“-Dienst zur Verfügung stellt.

Die sich durch die Übertragung via IPTV und DVB-S ergebende nationale Verbreitung des Programms stellt für RNF keinen Mehrwert dar. Auf die Frage, welche Kosten für den lokalen Fernsehsender anfallen würden, gab mir Herr Dr. Klöcker keine Auskunft.

## **Erklärung zur selbstständigen Anfertigung**

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit ohne fremde Hilfe selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Teile, die wörtlich oder sinngemäß einer Veröffentlichung entstammen, sind als solche kenntlich gemacht.

Die Arbeit wurde noch nicht veröffentlicht oder einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Chemnitz 15.11.2010

Martin Landgraf